

مستشار التحرير : دكتور أحمد أبو زيد

مجلة دورية تصدر كل ثلاثة اشهر عن وزارة الاعلام في الكويت \* يوليو - اغسطس - سبتمبر - ١٩٧٤  
المراسلات باسم: الوكيل المساعد للشئون الفنية \* وزارة الاعلام - الكويت : ص ٠ ب ١٩٣

## المحتويات

## الطاقة والحياة

٣	بغلام التحرير	التهديد
١٣	الدكتور عبد الحسن صالح	الطاقة طبيعتها وصورها ومناهبها
٦٩	الدكتور محمود أمين	البنترول والطاقة
٩١	الدكتور عبد السميع مصطفى	الطاقة في الحاضر والمستقبل
١٤٧	الدكتور احمد ابو زيد	الطاقة والحضارة

★ ★ ★

## آفاق المعرفة

التفكير الابداعي والمجتمع الحديث      الاستاذ عبد الحليم محمود السيد      ١٧٩

★ ★ ★

## أدباء وفنانون

بیگاسو      الاستاد احمد مرسی      ۲۱۵

★ ★ ★

## عرض الكتب

سفر التكوين كاسطوره عرض وتحليل الدكتور محمد الجوهري ... ٢٤٥

الدراسات التي تنشرها المجلة تعبر عن آراء أصحابها وحدهم .



## الطاقة والحياة

### تمهيد

في عام ١٧٧٥ اتخذت الاكاديمية الفرنسية للعلوم قرارا خطيرا بعدم مساندة او تدعيم البحوث والخطط التي كانت تدور حول فكي الحركة الدائمة او الحركة الابدية او تديم المشروعات التي كانت تحاول اخراج هذه الفكرة الى حيز الوجود .. وبمقتضى هذا القرار اغلقت الاكاديمية ابوابها - على ما يقول **اوتو فريش** Otto Freach في كتابه Atomic Physics Today في وجه الكثيرين من الباحثين والمخترعين الطموحين الذين كانوا يحاولون بناء اجهزة وآلات يمكن ان تعمل بغير توقف أو انقطاع ، مستخدمين في ذلك كثيرا من الادوات والآلات والروافع والمجالات والطواحين المائية والهوائية وما اليها . ولقد مرت تجارب هؤلاء المخترعين والعلماء بكثير من الصعوبات وقامت في وجهها كثير من العوائق ، وتعرضوا هم أنفسهم لكثير من المثبطات التي كانت خليفة بأن تدفع الى اليأس ، خاصة وان الكثير من الآلات والاجهزة التي توصلوا الى اختراعها بعد طول عناء لم تعمل على الاطلاق ، فضلا عن ان تعمل بغير توقف وفي حركة ابدية دائبة . ومع ذلك فقد كان لهذه التجارب المريبة الصعبة نتيجة يحسن التمهل امامها والتأمل فيها ، وهي ان هؤلاء العلماء تحققوا من ان العمل - أي عمل - لا يمكن ان ينتج من

لا شيء ، وإن كل ما يمكن للإنسان أن يفعله عن طريق الجهود المضنية المستمرة هو أن يحول العمل ( أو ( الشغل ) من صورة إلى أخرى ، وأن الأفكار الرئيسية إنما تتبلور وتتجسد ببطء شديد وبعد صراع عنيف طويل . فالآلة البخارية مثلاً ظلت تستخدم قرناً كاملاً تقريباً قبل أن يصل الناس ويدركوا أن كل ما تفعله هو أنها تحول الحرارة إلى ( شغل ) . بل إن الأمر احتاج إلى فترة أطول من هذا بكثير لكي يدرك الناس أيضاً ويفهموا كنه الشيء الذي يتحول إلى حرارة حين يحترق الخشب أو الفحم . وكان لا بد من أن نعطي هذا الشيء المبهم الغامض غير الملموس ، والذي يمكنه أن يتحول من صورة إلى أخرى إلى أن يصبح ( شغلاً ) اسماً معيناً ، فأطلق عليه كلمة ( طاقة ) أو Energy ، وهى تسمية أدخلها لأول مرة **توماس يونج** Thomas Young حوالى عام ١٨٢٠ لى يستخدمها في أغراض محددة بالذات ، ولكن الاسم لم يلبث أن شاع استعماله وانتشر وانتقل إلى الأحاديث اليومية ، وأصبحت كلمة ( الطاقة ) الآن من أكثر الكلمات تداولاً خاصة في الظروف الراهنة التى يمر بها المجتمع الدولى .

وليس من السهل تعريف الطاقة وإن كان يمكن وصفها بشكل عام بأنها ( القدرة على أداء الشغل ) ، ولو أن كلمة ( شغل ) لا تعنى شيئاً واحداً بالنسبة للرجل في الحياة اليومية وبالنسبة لعالم الفيزياء . فليست الطاقة شيئاً يمكن إدراكه دائماً بالحواس ، كما أنها قد تظهر في أشكال كثيرة متنوعة مثل طاقة الحركة ، أو ما يعرف باسم Kinetic Energy أو في شكل حرارة أو ضوء ، أو قد تظهر في سريان التيار الكهربائى أو في شكل الطاقة النووية وما إلى ذلك . بل إن سقوط النفاحة الشهيرة التى أدت بتيوتون إلى اكتشاف قانون الجاذبية يفسر إلى انطلاق ما يسمى بالطاقة الكامنة في النفاحة على ما يقول **ميتشل ويلسون** Mitchell Wilson في كتابه الصغير عن « الطاقة Energy » ( صفحة ٦ ) . وقد يمكن تقريب فكرة الطاقة الكامنة التى يتحدث عنها الكثيرون بالساعة التى يملأها المرء بالطريقة التقليدية . فحين يقوم المرء بهذا العمل فإنه يؤدي ( شغلاً ) ، وهنا يقال إن زئيرك الساعة اكتسب ( طاقة كامنة ) سوف يفقدها أو يبدلها ثانية بالتدريج خلال الفترة التى تستمر فيها الساعة تعمل أو ( تدور ) . فكان استخدام كلمة طاقة إنما كان وسيلة مناسبة ليستطيع بها العلماء أن يصفوا قدرة أى شيء على أداء ( الشغل ) . والكلمة الانجليزية Energy تعنى النشاط ، وهى مأخوذة أصلاً من الكلمة اليونانية Energos التى تعنى ( نشيط ) وهى مكونة من مقطعين هما en ومعناها ( في ) ثم ارجون ergon ومعناها ( شغل ) مما يعنى في آخر الأمر أن الشيء ذا الطاقة يمكن أن يؤخذ على أنه شيء « يحتوى شغلاً داخله » ( انظر كتاب **آسيمون عن الحياة والطاقة** ، الترجمة العربية ، صفحة ٦ ) .

وليس من شك في أن استعراض تاريخ الإنسان منذ أقدم عصوره حتى الآن خليق بأن يكشف لنا عن أن الطاقة كانت دائماً بمثابة المفتاح الأساسي لأعظم وأسمى أهداف الإنسان وأحلامه بتحقيق عالم مثالى ، أو على الأقل عالم أفضل وأجمل وأكثر سعادة من الواقع الذى يعيش فيه . ومن هنا كان بعض العلماء يحاولون دراسة تطور التاريخ البشرى ونقد المجتمع بالإشارة إلى نجاح الإنسان في التحكم في الطاقة وتسخيرها لصالحه . والراى السائد لدى هؤلاء العلماء أن سكان الكهوف من البشر بدأوا سيرهم على طريق الحضارة حين بدأ الإنسان المبكر يستخدم الطاقة الكامنة في النار للتدفئة والاستضاءة ، والطاقة الكامنة في جسمه في الحصول على الطعام وتوفير



القوت ، مستعينا في ذلك بالآلات والادوات البسيطة البدائية التي استطاع ان يصنعها مثل عصا الحفر او بعض الادوات الحجرية او القوس والسهم وما الى ذلك . وخلال القرون الطويلة التي عاشها الانسان بعد ذلك ظل بحثه عن سعادته ورفاهيته المادية مرتبطا ارتباطا وثيقا بالتحكم في مختلف اشكال مصادر الطاقة : الفحم والبتروول والكهرباء . وتمكن في الازمنة الحديثة من ان يصل الى وسائل فعالة ومعقدة للحصول على الطاقة وتسخيرها في مختلف الاغراض ، بل ان محاولته الوصول الى القمر ذاتها انما تحققت عن طريق التحكم في الطاقة الكيميائية من اجل الصواريخ . وكل الدلائل تشير الى انه سوف يعتمد في المستقبل في محاولاته اكتشاف الكواكب على التحكم في الطاقة الكامنة في نواة الذرة . ومقال « الطاقة والحضارة » في هذا العدد يحاول ان يعرض لبعض الآراء ووجهات النظر الذي يؤمن بها بعض علماء الاجتماع والانتروبولوجيا، بل وايضا علماء الفيزياء الذين يهتمون بالجانب الانساني في قصته السيطرة على الطاقة . وهي كلها آراء تسترشد بالمبدأ القائل ان « تاريخ الانسان هو تاريخ تطور اشكال وصور استخدامه للطاقة اكثر منه ما هو قصة شهوات الدول والغزاة » على مايقول آسيمون .

والواقع ان انشغال الانسان بأمر الطاقة كان - سواء شعوريا او لا شعوريا - من أهم مطالبه منذ القدم . فقد كان يعمل دائما للحصول عليها وتسخيرها والتحكم فيها ، ويسخر لذلك كل كفاءاته ومهاراته ، كي يستمر المجتمع في الوجود. قصة الانسان هي بشكل ما قصة الصراع مع البيئة . ومع ان الانسان البدائي ، وكذلك معظم الحيوانات يمكنها تغيير سلوكها لتتلاءم مع التغيرات البيئية المتغيرة فان تكريس قوى الانسان وقدراته لتغيير البيئة هو امر من خصائص الانسان وحده ، وخاصة ينفرد بها عن غيره من الكائنات . ويكاد الرأي يسود بين العلماء على انه حين تعلم الانسان ( البدائي ) طريقة اشعال النار واستخدامها للتدفئة ، ثم الطهي فانه كان قد خطا في حقيقة الامر خطوة جبارة نحو استخدام مصادر الطاقة . ذلك ان استخدام الطاقة كان مفتاحا لتوفير الطعام والراحة البدنية وتحسين اسلوب الحياة الى ابعد من مجرد متطلبات العيش والوجود . وليس ثمة شك في ان استخدام الطاقة والافادة منها يتوقف على عاملين اساسيين هما : توفر المصادر والمهارة التكنولوجية لتحويل هذه المصادر الى حرارة وعمل مفيدين . وليس من شك ايضا في ان مصادر الطاقة كانت متوفرة دائما ، ولكن اختراع الطرائق لتحويل الطاقة الى عمل مفيد عملية حديثة نسبيا وتدرجية، وسوف تظل حاجة الانسان تتزايد الى الطاقة ، بحيث ان دراسة هذه الحاجة في تزايدها وفي طريقة اشباعها تؤول فصلا رائعا في تاريخ تقدم الجنس البشرى .

وقد يمكن لنا ان نأخذ فكرة عن مدى احتياج الانسان للطاقة ومدى تزايد هذه الحاجة في المستقبل اذا نحن عرفنا انه حتى عام ٢٠٠٠ ، اي بعد اقل من حوالي ربع قرن فقط من الآن سوف تستهلك امريكا من الطاقة اكثر مما استهلكته في كل تاريخها ، وان ذلك الاستهلاك سوف يتضاعف في امريكا سنويا بينما سوف تزيد حاجة العالم ككل ثلاثة اضعاف ما هي عليه الآن . واعتبارا من عام ٢٠٠٠ ينتظر ان يكون ما تحتاج اليه امريكا من الطاقة سنويا هو ضعف ما هو عليه الآن . والمعروف ان الولايات المتحدة تستخدم ٣٥ ٪ من الطاقة العالمية على الرغم من ان عدد سكانها هو ٦ ٪ فقط من العالم . والمحتمل ان يصبح نصيبها من الطاقة في تلك السنة حوالي ٢٥ ٪ فقط نتيجة

لزيادة النسبة في سكان العالم ، وازدياد اقبال الدول النامية على التصنيع واستهلاك مزيد من الطاقة . و يبلغ معدل زيادة الطاقة فيها بالنسبة للفرد الواحد حوالي ١٪ سنوياً في حين ان المتوسط العالمي يزداد - طبقاً لادنى المستويات - بنسبة ١٣٪ / سنوياً نظراً لأن بقية دول العالم بدأت من مستويات ادنى وأكثر انخفاضاً ، وعلى ذلك فانه نظراً للنمو السكاني الهائل في العالم فان زيادة الطاقة في العالم سوف ترتفع في الاغلب الى ثلاثة أمثالها وليس الى الضعف فقط عام ٢٠٠٠ . وعلى الرغم من هذا كله فان الهوة التي تفصل بين الولايات المتحدة الأمريكية والبلدان النامية فيما يتعلق باستهلاك الطاقة سوف تظل واسعة وربما يحتاج الامر الى قرن كامل قبل أن يصل متوسط العالم الى المستوى الأمريكى الحالى ، كما سوف يحتاج الامر الى ثلاثمائة سنة على الاقل لكي يتساوى العالم مع أمريكا لو سار العالم على نفس معدلات الزيادة والنمو . بينما سوف يرتفع متوسط استهلاك الفرد في العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ من مستواه الحالى وهو ١/٢ المتوسط في أمريكا الآن الى حوالى ٣/٤ ذلك المتوسط .

وإذا كنا نشير هنا الى أمريكا ونتخذها مثلاً لمعرفة الوضع بالنسبة للطاقة واستخدامها واستهلاكها فان ذلك يرجع في المحل الاول الى ان أكبر زيادة في استهلاك الطاقة هو في البلاد المتقدمة ، وأمريكا أفضل مثل لها . ذلك ان الاستهلاك السنوى لكل صور الطاقة واشكالها في أمريكا زاد ١٧ ضعفاً خلال القرن الاخير ، بينما كانت زيادة السكان اكر قليلاً من خمس مرات فقط خلال تلك الفترة ذاتها ، كما ان الاستخدام بالنسبة للفرد تضاعف اكثر قليلاً من مرتين ، وخلال ذلك كانت أمريكا تتحول باستمرار بالنسبة لمصادر الوقود . مثال ذلك ان خشب الوقود كان هو المصدر الاساسي للطاقة عام ١٨٥٠ فاصبح الفحم يشكل ٧٥٪ من مجموع استهلاك الطاقة عام ١٩١٠ ، وانكمش مجمل استهلاك الخشب الى ١٠٪ . وفي السنوات الخمسين بين عام ١٩١٠ و ١٩٦٠ تخلى الفحم عن مكانته الرئيسية للغاز الطبيعى والبتروى . ثم بدأ التفكير يظهر جدياً نحو استخدام القوة النووية كمصدر اساسي للطاقة .

ومع ذلك كله فالواضح ان أزمة الطاقة تتفاقم بشكل لا يخلو من خطورة . ذلك ان الحاجة الى الطاقة تزداد بمعدل ٥٪ سنوياً ، بينما تضاعل المصادر التقليدية للطاقة بسرعة ، أو على الاقل المصادر المعروفة . وهذا يشكل نتائج خطيرة ليس فقط بالنسبة للدول المتقدمة صناعياً ، بل وايضاً بالنسبة للدول النامية والمتخلفة . ويزيد من حدة وخطورة الوضع ان سكان العالم يزدادون بمعدلات كبيرة . والمنظر ان يتضاعف سكان العالم عام ٢٠٠٠ ، وهى زيادة تتطلب توفير مزيد من الطاقة بحيث يذهب البعض الى انه اذا اريد المحافظة على مستوى المعيشة الحالى ، دون ان نحاول الارتفاع به في المستقبل فان ذلك سوف يتطلب توفير ثلاثة أمثال المعدل الحالى لانتاج الطاقة . ويبدو ان ذلك ليس بالامر السهل والهلين اذا نحن أخذنا في الاعتبار مصادر الطاقة التقليدية وحدها . بل الاكثر من ذلك ان بعض العلماء يتوقعون ان تنضب موارد البترول في العالم حوالى عام ٢١٠٠ ، وان تنضب موارد الفحم حوالى عام ٢٥٠٠ . والمنظر ان يبلغ انتاج البترول في العالم ذروته بين عامى ١٩٨٥ ، ٢٠٠٠ اذ سيصبح المعدل السنوى لاستهلاك الطاقة ثلاثة أمثاله في الوقت الحالى ، ولكننا سنجد حينئذ ان نصف الاحتياطى الإجمالى للبترول في العالم

او حتى أكثر من النصف قد تم استهلاكه . ويكاد يكون من المؤكد ان الغاز والبتروول لن يصبحا مصدرا كبيرا للطاقة قبل منتصف القرن الحادى والعشرين بكثير ( راجع فى ذلك مجلة رسالة اليونسكو ، العدد ١٥٢ ، فبراير ١٩٧٤ ، صفحة ٨ ) وهذا موقف يثير كثيرا من التساؤل والقلق والتشاؤم ، ولكن الموقف بالنسبة للفحم سيكون افضل بكثير من حيث الوفوف بتقديرات الاحتياطى ومقداره . ومع ذلك فاذا لم يتم الحد من الزيادة الحالية فى معدل انتاج الفحم فى المستقبل القريب فالمحتمل ان تنضب كميته قبل الموعد المحدد الذى ذكرناه من قبل .

ويزيد من اظلام هذه الصورة التأثير السىء على البيئة الذى تسببه مصادير الوقود . فاستخدام الفحم كمادة للوقود وتوليد الطاقة يترك كثيرا من الآثار الضارة التى تتمثل فى تلوث البيئة بسبب ما ينبعث منه الكبريت وغيره من المنتجات ، وان كان هذا لا يمنع من ان يلجأ الانسان الى الفحم فى حالة عدم وجود البدائل الأخرى غير المستخرجة من الارض .

ولكن هذا كله لا يعنى أننا وصلنا الى حذالكارثة . فمن ناحية ، ليس هناك تغديرات صحيحة عن احتياطى الوقود المستخرج من باطن الارض ، كما اننا لا ندرى شيئا عن الوقت الذى سوف يستغرقه الانسان لاستهلاك مخزون العالم من الوقود الطبيعى ، او مدى توافر واستخدام البدائل الطبيعية للطاقة ، ونعنى بذلك طاقة الشمس وطاقة الرياح وطاقة الحرارة الأرضية وطاقة المد . وتمه كثير من التكهانات حول هذه الموضوعات وما يشابهها ، لدرجة ان هناك من يعتقد ان سكان البلاد الصناعية ، وهم اكثر الشعوب اسهلاكا للطاقة ، قد يغيرون من أسلوب حياتهم بحيث يقللون من استخدام الطاقة فى المستقبل ، على الاقل الى ان تتاح لسكان البلاد النامية الفرصة لاشباع احتياجاتهم المتزايدة من الطاقة ، مما سوف يؤدى فى آخر الأمر الى تضييق الهوة بين هذه البلاد والبلاد الصناعية المتقدمة ، ويقترب مستوى المعيشة فى هاتين الفئتين من المجتمعين ولو بعض الشيء . ومع ان معظم الحديث الذى يدور عن مشكلة أزمة الطاقة فى الوقت الحالى يعطى أهمية بالغة لمشكلة توليد الكهرباء فليست هذه فى حقيقة الامر المشكلة الوحيدة الملحة فى الموضوع . فمن كل الاحتياجات التى سوف يحتاج اليها الانسان عام ٢٠٠٠ مثلا سوف تشغل الاستخدامات غير الكهربائية حوالى الثلثين فى مجالات النقل والعمليات الصناعية والتدفئة وما الى ذلك ، وسيكون اكبر مجالات استخدام الطاقة حينذاك هو الصناعة الكبرى على ما يرى كثير من الباحثين والمهتمين فى هذا الموضوع . ولذا كان أحد الاسئلة المهمة التى لبح على هؤلاء الباحثين وعلى المشتغلين بمشكلات التخطيط فى الوقت الحاضر هو : كيف يمكن استخدام وتخطيط المصادر المتاحة الآن من أجل صالح الاجيال التالية ؟ ان العمل على تطوير وتنمية مصادر الطاقة المحتملة هو استثمار للمستقبل وليس وسيلة لحل او معالجة مشكلات اليوم ، كما ان من الواضح ان نوعية الحياة التى يحياها الناس فى العالم تتوقف على مدى توفر مقادير كبيرة من الطاقة الآن بسعر زهيد وفى صورة مفيدة . وعلى ذلك فلا بد لنا من ان نعمل على تطوير وتنمية المصادر المتاحة فى الوقت الحالى بشكل منظم ، وبالااليب التكنولوجية المتوفرة الآن ايضا ، ونعنى بذلك وحدات القوى التى تعتمد على الوقود الحفري والانتشار النووى . ومقال الدكتور عبد المحسن صالح يقدم لنا الى جانب النواحي الطرفية الكثيرة التى يعرضها لنا ميزانية تقريبية عن الطاقة فى العالم ومصادر تلك الطاقة ، وهو فى هذه الناحية

بالدات يعرض لبعض المقومات التي يتفق فيها مع الاستاذ الدكتور عبد السميع الذي يعطينا صورة واضحة عن محاولات استغلال الطاقة الشمسية التي يرى الكثيرون انها ستكون المفتاح الاساسي لحل الكثير من مشكلات الطاقة في المستقبل .

ومع ذلك فالوقف الحالي لن يتغير تغيرا جوهريا الا اذا أدخلنا في الاعتبار الطاقة المتاحة من القوى النووية ، التي يبدو انها تخفى امكانيات هائلة للطاقة بالنسبة للانسان ، وان كان لا بد من ان نأخذ في الاعتبار ايضا الناحية السيئة الضارة لذلك الاستخدام والذي يتمثل من ناحية في استخدام تلك الطاقة في الحروب ومن ناحية أخرى ما يخلفه ذلك الاستخدام من آثار ضارة وتلوث في البيئة . ثم ان هناك امكانية توليد الطاقة من المصادر الشمسية التي أشرنا اليها في الفقرة السابقة والتي يعطيها الدكتور عبد السميع مصطفى الجانب الاكبر من اهتمامه في الدراسة التي ننشرها له في هذا العدد . والظاهر ان هناك اتجاها قويا الآن نحو استغلال ذلك المصدر الطبيعي الهام للطاقة ، « والسبب في ذلك انه لا حاجة بنا الى تقدم علمي مثير لكي نستخدم الطاقة الشمسية على نطاق كبير او صغير ( بعكس الحال في استخدام الطاقة الذرية ) . ولكن الذي نحتاج اليه هو التقدم الفني واتباع السياسات الاستثمارية التي تؤدي الى خفض النفقات . ومن ذلك يتضح ان العوامل التي تقرر متى يصبح ضوء الشمس مصدرا كبيرا للوفاء باحتياجات الانسان من الطاقة هي - الى حد كبير - عوامل اقتصادية وسياسية واجتماعية » ( رسالة اليونسكو ، نفس المرجع ) .

وعلى العموم ، فان الانسان في بحثه عن مصادر الطاقة يجب ان يأخذ في الاعتبار تلك المصادر الدائمة ، او على الاصح المصادر التي تأتي اليها باستمرار . وثمة ثلاثة مصادر من هذا النوع وهي : الاشعاع الشمسي والطاقة المتولدة من حرارة الارض ثم طاقة المد المستمدة من الطاقة الكامنة الناشئة عن حركة جاذبية الارض والقمر والشمس . ومع الجهود المبذولة لمحاولة اخضاع وتسخير هذه الطاقة فان تحديد مقدار ما يمكن الاستفادة به منها كحرارة نافعة وتحويله الى ( شغل ) في ضوء الارضاع الاقتصادية والبيئية والتكنولوجية السائدة ، لا يزال حتى الآن موضع نظر ودراسة . وهنا لا بد لنا من ان نتوقف امام المعلومات الدقيقة والطريقة التي يزودنا بها كل من الدكتور عبد المحسن صالح والدكتور عبد السميع مصطفى ، والتي تحتاج منا الى ايمان النظر في المستقبل ، اعني مستقبل الانسان والمجتمع والطاقة على السواء ، وبخاصة فيما يتعلق بالجهود المبذولة في السنوات الاخيرة بوجه خاص لاستخدام طاقة الشمس . ومع ان هذا يتطلب الآن نفقات باهظة لتجميع اشعة الشمس مما يمنع في الوقت الحالي من استخدامها على نطاق واسع ، فليس بعيدا ان يتمكن الانسان من اكتشاف اساليب ووسائل يستطيع بها تجميع اشعة الشمس وتحويلها بنفقات مماثلة لنفقات الوقود التقليدي ان لم يكن اقل . والواقع ان « الطاقة الشمسية تنافس الوقود والكهرباء في بعض بلاد العالم عندما تستخدم بصورة مباشرة كحرارة في بعض الاستعمالات كتسخين الماء وتدفئة المنازل وتقطير الماء . ولا شك في ان المزيد من التطورات التكنولوجية والانتاج الكبير سوف يقللان من نفقات استخدام الطاقة الشمسية ، كما لا شك في انه سيحدث ارتفاع حاد في اسعار الوقود التقليدي ( المرجع السابق ذكره ) . وقد يكون في استخدام

الطاقة الشمسية أمل زاهر بالنسبة للشعوب والبلاد المتخلفة التي لا يتوفر فيها وقود مستخرج من الأرض أو قوى نووية ، وبذلك يتوفر لهذه الشعوب ما حرمت منه طيلة تلك الفترة الطويلة من حياتها . وقد يكون في ذلك الخلاص من الآلام والفقر والتخلف التي رسفت تحتها هذه الشعوب والامم . وإذا كانت أزمة الطاقة هي أزمة الوجود وأزمة المستقبل ، فقد يكون في إيجاد حل لها وفي استخدام مصادر الطاقة التي لم يتم استخدامها حتى الآن حلا لكل هذه الازمات وبداية للنمو والتطور والتقدم . وسوف يزيد من هذا الدخل أن الطاقة الشمسية لا تؤدي بطبيعتها الى تلويث البيئة ، وهذا امر لا تتمتع به الطاقة النووية التي لا يتوقف شرها على مجرد تلوث الهواء بسبب المواد المتخلفة ، كما هو الحال في احراق الوقود المستخرج من الأرض ، وإنما يتعدى ذلك الى مشكلة الاضرار الناجمة عن منتجات الانشطار المشعة والحوادث التي تنشأ عن تشغيل المفاعلات .

ومع التسليم بأهمية المشكلات ، والآثار السيئة الضارة المترتبة عن زيادة الاقبال على استخدام الطاقة فإنه يجب التمييز دائما بين الاضرار التي يتوقع حدوثها على المدى القصير والتي تتركز في منطقة جغرافية محدودة من ناحية ، والاضرار التي لن يظهر أثرها واضحا الا بعد فترات طويلة من الزمن والتي قد تشمل العالم ككل ، وهي — حتى الآن على الأقل — قليلة نسبيا وليس لها آثار ملموسة في الوقت الراهن . صحيح ان تولد ثاني أكسيد الكربون نتيجة للاحتراق قد زاد في الجو من حوالي ٢٩٠ جزء في المليون الى ٣٢٠ جزء في المليون خلال القرن الأخير ، وقد يصل الى ٣٧٥ أو ٤٠٠ جزء في المليون عام ٢٠٠٠ ، الا ان نسبة لا بأس بها من هذا الغاز تمتصها المحيطات وتحول الى مواد معدنية ، أو تمتثلها النباتات وتستخدمها في عملية نموها وبذلك تبطل من مفعولها السيئ . وهذا لا يعنى انكار حقيقة تلوث البيئة أو حتى محاولة التقليل من شأنها والتهوين من أمرها نتيجة لازدياد استخدام الطاقة والاحتراق . ومشكلة تلوث البيئة تعتبر في الوقت الراهن من أهم المشكلات التي تمثل تحديا خطيرا يواجه الانسان في العصر الحديث ، وقد شهدت السنوات الأخيرة اهتماما بالغا من المنظمات الدولية والإقليمية والبيئات العلمية وعلماء البيئة والاجتماع والسكان والعلوم الطبيعية المهتمين بالجانب الانساني في تلك العلوم ، ونظمت الكثير من المؤتمرات ، ورصدت مبالغ طائلة لدراسة مشكلة تلوث البيئة ، مما يدل على مدى خطورة الموضوع وما يستحقه من عناية ليس فقط من الدول المتقدمة صناعيا والتي تعاني أجواؤها ومياهاها كثيرا من الاختناق نتيجة لازدياد ثاني أكسيد الكربون والغابات المتبقية من عمليات الاحتراق ، بل ان الامر يستحق عناية الدول النامية أو الناهضة ايضا على الأقل حتى تستطيع ان تعد للامر مدته من الآن نهضتها المقبلة واقبالها على التصنيع واستخدام مزيد من الطاقة .

بل انه يمكن القول ان المجتمعات النامية يقع عليها من العبء فيما يتعلق بموضوع الطاقة والمشكلات الاجتماعية المترتبة عليها أكثر مما يقع على عاتق المجتمعات المتقدمة ، أو الأكثر تقدما . فالعالم المتقدم والدول الصناعية لها قدرات وإمكانات مادية ضخمة تمكنها من اجراء البحوث

في مجال تلوث البيئة من ناحية ، والسيطرة على الزيادة السكانية بها ، من ناحية أخرى ، في معدلات الزيادة وتحسين مستوى الحياة والمعيشة ، وهي أمور لا تتوفر للمجتمعات النامية . والإغلب ان استهلاك الطاقة بالنسبة للفرد خلال القرن المقبل سوف يصل الى حد الاستقرار والتوازن في الدول المتقدمة الصناعية ، وذلك على عكس الحال بالنسبة للدول المتخلفة التي يسكنها معظم سكان العالم . فالوضع في تلك المناطق يختلف كل الاختلاف عما هو سائد في العالم المتقدم ، اذ لا تزال الشعوب المتخلفة والنامية تجاهد لتحقيق أدنى مستوى للعيش ، وليست لديهم في الوقت الراهن على الأقل المصادر الضرورية للقوة اللازمة للتحويل الى مجتمعات صناعية او حضرية او حتى زراعية متقدمة . فمثل هذا التحول يحتاج الى الطاقة . وهنا نجد سؤالا يتردد في كثير من الكتابات الاجتماعية وهو : هل يحق للدول المتقدمة ان تتيح للمناطق المتخلفة ما تحتاج اليها من طاقة لتحقيق تطورها الاقتصادي والاجتماعي المنشود ، والارتفاع بمستوى شعوبها وتقليل الفجوة القائمة الآن بين الشعوب المتقدمة والشعوب الاقل تقدما ؟ ليس من الاجدى الحد من استهلاك الطاقة والوقود لتقليل الآثار السيئة المترتبة على ذلك الاستهلاك ، وبتجنب الشعوب التي لم تصل بعد الى مرحلة الصناعة المتقدمة شروخ التصنيع الاجتماعية ، وشر تلوث البيئة وشروخ المدينة الحديثة على العموم ؟ وهذا قول ظاهره الرحمة وباطنه فيه العذاب ، وهو يعكس نظرة قديمة نجدها سائدة في كتابات الكثيرين من العلماء التطوريين في القرن التاسع عشر الذين كانوا ينكرون على الشعوب غير الأوروبية القدرة على التقدم وراء حدود معينة مرسومة ، بل اننا نجد ما يماثلها في كتابات بعض الانثروبولوجيين في بداية هذا القرن ممن كانوا يرون ضرورة المحافظة والابقاء على الأوضاع الاجتماعية التقليدية السائدة عند الشعوب ( البدائية ) التي تعيش في حالة من السعادة والامن والطمانينة لا تتوفر - في رأى هؤلاء العلماء - للرجل الأوروبي المتعدين في المجتمع الحديث . ومهما يكن من قيمة هذه الآراء ووجهاتها ونوع الدوافع التي توجهها ، فان محاولة فرض قيود على الدول النامية والمجتمعات المتخلفة فيما يتعلق باستخدام الطاقة ووضع حد لاستخدام الطاقة هناك يشبه - على ما يقول تشونسى سستار Chauncey Starr في مقال قيم له عن « الطاقة والقدرة Energy and Power » - محاولة الحد من موارد الماء أو إنتاج الطعام أو النسل بأساليب تعسفية ، وهو امر من شأنه أن يؤدي الى الإبقاء على المناطق والدول النامية في حالة التخلف والجمود التي تعيش فيها . وكما يرى سستار أيضا فان الإنسان له قدرات خلاقة على تخطيط استخدام الطاقة وتبنيها بطريقة معقولة تتسلم مع احتياجاته ، وتحقيق له التقدم والرفاهية والنمو ، وان كان هذا يتطلب ضرورة الدراسة المتعمقة لمعدن المشكلات المتعلقة بمصادر الطاقة التي يجب استخدامها ، وابن يجب توليد القوى ، وإي المجتمعات يجب ان تتحمل أكثر من غيرها تأثير تلوث البيئة والهواء نتيجة لذلك ، خاصة وان مصادر الوقود يمكن نقلها عبر القارات بأسعار زهيدة نسبيا وهكذا .

( راجع في ذلك مقال تشونسى في مجلة Scientific American )

ولكن أين نقف نحن من هذا كله ؟

ولا شك ان ما يصدق على المجتمعات النامية او الناهضة التى تعرف عموما باسم المجتمعات المتخلفة ، يصدق على المجتمعات العربية وعلى المنطقة التى نعيش فيها بأسرها ، وذلك اذا نحن أخذنا بعين الاعتبار الجهود التى تبذل الآن للاتجاه نحو التصنيع وما يرتبط بذلك من محاولة التحكم فى مصادر الطاقة المتاحة واستخدامها لصالح السكان . واحد مصادر الطاقة هو الكهرباء التى امكن توليدها حتى الآن من بعض المشروعات المائية الهامة التى نفذت فى بعض بلاد المنطقة ، وهى مشروعات تهدف الى زيادة الطاقة واستغلالها فى التصنيع بعد ان كانت المنطقة حتى عهد قريب تعتمد اعتمادا يكاد يكون مطلقا على الزراعة . الا ان الوضع يتخذ ابعاذا أخرى اعمق من هذا بكثير حين نأخذ فى الاعتبار وجود البترول فى المنطقة باعتباره أحد مصادر الطاقة التقليدية التى تلعب دورا أساسيا فى تشكيل الأوضاع الاقتصادية والسياسية والاجتماعية فى العالم فى الوقت الحالى . ومثال الدكتور محمود أمين يعطى فكرة عامة عن الأوضاع البترولية فى المنطقة وفى العالم . والدور الذى يلعبه - ويمكن ان يلعبه فى المستقبل - البترول فى اقتصاديات وسياسة المنطقة . ولقد ظلت هذه المنطقة تقوم بدور سلبي الى حد كبير ازاء البترول ، اذ تكنتى بتصديره الى الخارج مع قيام صناعات قليلة ومحدودة ، ولكن لا شك ان الاتجاه الحالى نحو التصنيع والتحول من مجتمع رعوى زراعى الى مجتمع صناعى ، او على الاقل مجتمع يجمع بين الزراعة والصناعة سوف يتطلب بالضرورة الاعتماد المتزايد على البترول كطاقة لتشغيل المصانع . ومع الخير العميم الذى ينتظر ان ينجم عن الاتجاه نحو التصنيع ، ومع ارتفاع مستوى المعيشة ، ومع التقدم الحضارى الذى يرتبط بالصناعة ، لا بد من ان تعاني المنطقة وشعوبها من الآثار السيئة المرتبطة بالتصنيع ، وباستخدام الطاقة فى مختلف المجالات . ولكن مع ذلك فالذى نرجوه هو ان تأخر هذه المنطقة زمنيا فى استخدام الطاقة قد يساعد على ان نستفيد من تجارب الآخرين وان نتجنب بحسن التخطيط كثيرا من تلك المساوئ والآثار السيئة الضارة التى يعمل الباحثون والعلماء فى العالم الغربى على إيجاد حلول لها لتحقيق مزيد من الخير للانسان .

والواقع ان الطاقة تصبح فى متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح فى التحكم فيها ويتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر فى الوقت المناسب والمكان اللائق ، وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة . ولكى يتحقق ذلك - لا بد له ان يعتمد على مختلف أنواع محولات الطاقة . وقد شمل مقال الدكتور احمد ابو زيد عن « الطاقة والحضارة » تطور استخدامات الانسان للطاقة باشكالها المتنوعة فى مختلف مراحل التطور الانسانى .. منذ ان كان الانسان مصدر الطاقة التى امتدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة ..

ومقال الدكتور ابو زيد يعرض لارتباط الطاقة ببيئة الانسان نفسه ، فمع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة ، فانه لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يربطها الانسان فى المستقبل ويحقق فيها مستويات من الحضارة اعمى بكثير من كل ما يمكنه الوصول اليه حتى الآن ..

ذلك أن الإنسان الحديث اكتشف مصادر للطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدو أنه سوف يفلح في الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العمل في الوقت الراهن على الأقل ، وأن التحكم في تلك الطاقة الجبارة سوف يضع أمام الإنسان إمكانيات هائلة للتقدم في مختلف المجالات . . .

والدراسات التي يتضمنها هذا العدد لا نستطيع ان نجزم بأنها شملت كل جوانب هذا الموضوع الهام في حياة الإنسان المعاصر . . ولكنها بلا شك تعطى أبعاداً علمية محددة واضحة عن الدور الهام الذي تقوم به الطاقة في تشكيل الحياة الإنسانية وتطوير قدرات الإنسان لتحقيق مجتمع يتمتع بخير أوفر وتقدم أكبر . .

★ ★ ★



عبد المحسن صالح

## الطاقة طبيعتها وصورها ومنابعها

### تمهيد :

إذا كانت المادة هي جسد هذا الكون المنظور ، فان الطاقة هي روحه الخفية ، وصورته المتحررة ، وقوته الدافعة !

وإذا كانت المادة تبدو لنا كشيء مختلف تماما عن الطاقة ، وان ظاهر أمرهما يضعهما لنا كحقيقتين منفصلتين ، الا انهما ليستا في الواقع كذلك .. فبواطن الامور تشير الى انهما وجهان لشيء واحد .

فاللادة طاقة ، والطاقة مادة !

بمعنى أوضح نقول : ان المادة طاقة متجسدة ، وان الطاقة مادة متحررة .. فالاصل فيهما واحد ، وان اختلفت الظواهر ، وتمددت السمات ، وتباينت الصفات ، ومن هنا فان احدهما قد تتخلى عن صفاتها ، لتظهر بها الاخرى ، فاذا اختلفت المادة فان ذلك لايعنى

فناءها وزوالها ، بل معنى فقط ان المادة قد تحررت من ماديتها وتجسيدها لتنتقل على هيئة موجات متحررة ذات طاقات محددة .. واذا ظهرت المادة ، كان ذلك نتيجة حتمية « لاعتقال » الطاقة المنطلقة وتكثيفها او « حبسها » على هيئة جسيمات اولية لتبنى منها ذرات المادة التى ينشا بها كل مافى الكون من صوره المنظورة والخافية .. حية كانت هذه الصور او ميتة جامدة .

كانت الطبيعة تلعب امام عيوننا ، وفى خيابنا نقولنا لعبتها الالوية التى تصورها الانسان قديما فى اساطيره .. ومع ذلك فقد تحققت الاساطير ، وتجسد الخيال بطريقة اخرى اعظم فائدة ، واكثر اسارة مما تصوره الاقدمون .. فعندما ادرك الانسان سر الحقيقة التى تترامى له فى كل ما حوله من صور طبيعية ، واخرى متحررة ، استطاع ان يخضع المادة لسيطرته ، وان يروض الطاقة لخدمته ، وان يحولها من صورة الى اخرى ، لتتجلى له باوجه شتى ، له فيها فوائد كبرى ، وكنوز لا تفتنى !

ولقد كان الانسان - من قديم الزمن - هو المخلوق الوحيد الذى بدأ يلاحظ وينامل قوى الطبيعة وهى تعبر عن نفسها بوسائل متباينة ، وتبدو له باقنعة متعددة .. فحين تهب رياح تزجر وتموي ، الى سحب فوق راسه تسبح وتجري ، الى امطار تهطل ، وسيول تجرف .. الى برق ورعد وزلازل ، وبراكين .. الى آخر هذه الظواهر المثيرة التى سيطرت على تفكيره البدائي ، فاثارت فى نفسه الخوف والرهبة ، ولم يكن وقتها يملك من امره شيئا الا ان يطلق لخياله العنان ، فيحكي الاساطير ، ويعيش فى الاوهام ، ويخترع لكل قوة من هذه القوى الرهيبة لها او آلهة يحسب حسابها ، ويقدم القرابين خوفا من باسها ، وطمعا فى رضائها ..

ثم جاء على الانسان حين من الدهر ران فيه على عقله خيال غريب ، فبدأ يحلم احلام يقظة تصور فيها قوى جبارة غير منظورة ولا ملموسة ، لكنها قد تتجسد - كما تخيل - فى جن وعفاريت ، لها طاقات خارقة تنهب بها المسافات نهباً ، وتلك الحصون دكا ، كما انها بقادرة على ان تبديد المدن فى لحظة من زمن ، وتنقل العروش فى اقل من لمح البصر .. الى آخر هذه التصورات التى سيطرت على العقول رداً طويلاً من الزمان ( ولا زالت ) ، دون ان ينجى البشر منها شيئاً مذكوراً ، غير خداع السلدج ، وسلب اموال الجهاد والبسطاء !

واخيراً استيقظ صوت العقل فى الانسان بعد ان عاش دهوراً فى الاحلام ، واستمع الانسان الى صوت العقل ، وبدأت الاساطير تتحول الى حقائق ، والحقائق الى انجازات علمية هائلة .

فعندما ادرك العقل البشرى ماذا تعنيه الطاقة بالنسبة للكون والحياة ، ثم عرف كيف يسيطر عليها باختراعاته المختلفة ، وبهيمن عليها بصورها المتعددة ، وينصب لها معابد وشباك خاصة ، ليحولها من طراز الى آخر اكثر فائدة واعظم رخاء ، فتفتحت له منابعها الهائلة ، وهنا تحولت الامور تحولاً جذرياً فى حياة الدول والجماعات ، واصبحت القوة فيها لا تقاس بما لديها من بشر ومن رباط الخيل ، ولكن بما تمتلكه من طاقات ، وبما تسخره لها من مصانع والآلات .. وعندئذ تخلق الانسان عن تسخير عضلات البشر والحيوان ، وسخر بدلاً منها وسائل ميكانيكية تنجز فى ساعات ما لا يستطيع مئات البشر الاقوياء ان ينجزوه فى سنوات ، وهكذا تميزت الدول المتقدمة على الدول النامية والمتخلفة .. ومن وراء ذلك قوة تنبع من العقل ، وسر يكمن فى الطاقة !

والواقع أن قوة الشعوب ، ونهضة الدول تقاس الآن بقدر ما تستهلك من وحدات الطاقة .. فالولايات المتحدة الأمريكية مثلا تعتبر في وقتنا الحاضر أقوى الدول شأنا ، واكثرها تقدما ، واعظمها رخاء ، لانها تمتلك من الوسائل المثمرة التي تستخدم فيها منابع الطاقة ما لا يمتلكه غيرها من الدول .. فهناك علاقة واضحة بين متوسط دخل الفرد ، وبين ما يستهلكه من الطاقة .. مدخل الفرد الأمريكي مثلا يصل في المتوسط الى ما يقرب من ٢٧٠٠ دولارا سنويا ، ويستهلك من الطاقة حوالي ١٨٠ مليون وحدة حرارية بريطانية في العام الواحد ( وسنعود الى هذه الوحدات فيما بعد لنعرف مضمونها ) .. قارن ذلك مثلا بمتوسط دخل الفرد في كندا وبريطانيا والاتحاد السوفييتي واليابان ، تجده على الترتيب في حدود ١٨٥٠ ، ١٥٠٠ ، ٨٥٠ ، ٦٣٠ دولارا سنويا .. في حين ان متوسط استهلاك الفرد من الطاقة في هذه الدول يصل على الترتيب ذاته الى حوالي ١٣٠ ، ١٢٠ ، ٧٠ ، ٣٥ مليون وحدة حرارية بريطانية سنويا . اي انه كلما زادت قيمة استهلاك الطاقة ، او امتلاك منابعها ، دل ذلك على رخاء الشعوب ، وارتفاع مستوى الدخل فيها .. وطبيعى أن نصيب الفرد في الشعوب النامية والمتخلفة اقل من هذا بكثير ، ذلك انهم يعتمدون على سواعدهم ودوابهم في انجاز متطلبات حياتهم من زراعة الارض وريها ، وحمل الاثقال والاعتماد على الأرجل في قطع المسافات .. الخ .

والتحول الجذري في كشف منابع الطاقات الطبيعية واستخدامها بكفاءة في عصرنا الحاضر يتضح من **الكتاب السنوي للزراعة** ( عام ١٩٦٠ ) الذي تصدره الولايات المتحدة الأمريكية .. ففي احدى فقراته يعقد المؤلف مقارنة طريفة بين اعتماد الأمريكي على الدواب بعد الحرب العالمية الاولى حتى الفترة التي صدر فيها هذا الكتاب ، فيجيب وفيه ان اعداد الخيل والبغال في عام ١٩١٨ قد وصلت الى ٢٥ مليون رأس ، ولكي يحصل هذا العدد الهائل على طعامه ، كان لابد ان يخصص له ٢٥٪ من محاصيل الارض الزراعية .. وطبيعى ان هذا العدد كان سيتزايد بمرور الزمن ، وسيصبح ذلك زيادة في اعداد البشر الذين سيخصصون لرعايتها ، ويعنى هذا ايضا زيادة كبيرة في مساحة الارض المزروعة لاطعامهم واطعامها ، لكن ذلك لم يحدث بسبب الظفرة التي ظهرت في طرق المعيشة ؛ فالاقتصاد الأمريكي في الستينيات من هذا القرن ما كان ليعتمد اطلاقا على طاقة الخيل والبغال مهما كثرت اعدادها ، كما ان التقدم القومي في جميع الميادين كان - بدون شك - سيتأخر تأخرا خطيرا مالم تقدم للزراعة اطرزة جديدة من الطاقة والقوة الدافعة التي تهون بجوارها الطاقات البيولوجية ( اي الناتجة من البشر والدواب ) .. فعندما اخترعنا طريق الطاقات الناتجة من الآلات والجرارات والمولدات الكهربائية ، لم تحسين وتطوير كفاءة هذه المعدات باستمرار ، دخلت الزراعة الأمريكية بذلك عهدا جديدا نحو زيادة الانتاج زيادة هائلة ومطرده .

لكن ذلك جانب واحد من جوانب عديدة ، فبجوار الطاقات المستخدمة في الانتاج الزراعى ، نبرز طاقات اخرى هائلة في مجال الصناعة والنقل وتوليد الكهرباء ، والبناء والتعمير والتدفئة والغذاء .. الى آخر هذه الانشطة المتعددة التي لن تقوم الا اذا كان من ورائها طاقة تقيم أودها ، وترفع صرحها .

### الطاقة : ماهي ؟

لئن سألوكم عن سر الطاقة ، او جوهر حقيقتها ، فقد لانتملك الا ان تجيب كما اجاب الرسول الكريم عن الروح عندما سألوه عن ماهيتها ، فجاء جوابه على لسان القرآن المجيد « ويسألونك عن الروح ، قل الروح من امر ربي ، وما أوتيتم من العلم الا قليلا » .. كذلك نقول : وسر الطاقة ايضا من امر الله ، فلا نعرف من جوهرها الا ظاهرها ، ولا ندرك من حقيقتها الا اثرها الذي يبدولنا بأوجه شتى .

ورغم ان الطاقة كلمة قد أصبحت الآن تتردد على كل لسان ، ورغم كثرة المؤتمرات الدولية التي تعتقد من اجل الطاقة ، فليس هناك تعريف مقبول لمعنى الطاقة وحقيقتها .

« دائرة المعارف العلمية والتكنولوجية » تقدم تعريفها عن معنى الطاقة فتقول « الطاقة هي القدرة على فعل الشغل » - وتستطرد - بعد ان تقدم بعض الامثلة الموضحة لهذا المعنى - فتقول « الطاقة كالشغل - كمية غير موجبة .. فوحداتها كوحدة الشغل وتتضمن قدم/رطل وارج Erg و جاول Joule ( ليست جول كما ينطقها البعض ) وكيلوواط/ساعة » .. وبعد هذا تسرد مدلولات الطاقة ومنابعها .

وفي كتاب « الطاقة » يتساءل **جلين ت. سيبوج** - رئيس لجنة الطاقة النووية الامريكية في المقدمة التي كتبها « لكن .. ماهي الطاقة على وجه التحديد ؟ » .. ويجيب على ذلك « انها ليست شيئا تستطيع ان تكتشفه دائما بالاحاسيس ، فلو ان فيزيائيا اراد ان يصف فاجحة لانسان لم يرها في حياته ، فانه قد يضع الثمرة ببساطة على منضدة ويذمه ليتحسسها ويشمها ويتذوقها ، لكن الطاقة لا يمكن ان توضع بمثل هذه البساطة على المنضدة ، لان الطاقة تستطيع ان تبدو على هيئات كثيرة ، فهي قد تظهر على هيئة طاقة حركية Kinetic او كامنة Potential » .. الخ .

ويقول عنها الفيزيائي **ميشيل ويلسون** في كتابه « الطاقة » « ان ادراك الطاقة ذاتها امر صعب ، خصوصا وانها وافد جديد على صرح المعرفة .. فلو كنا لاتلمس ولا ترى ، فانه من الممكن تخيلها فقط في عقل الانسان .. لقد كانت المادة دائما سهلة الانطباع في ادراكنا ، لانها شيء له كتلة ، كما انها تشغل مكانا في الكون ، ولهذا نراها ونشمها ونلمسها .. فانت تستطيع ان ترى حجرا يندفع نحوك ، ثم تشعر بالآلم عندما يصيبك ، لكن من الصعوبة بمكان ان تخيل وجود شيء غير ملموس في هذا الحجر المتحرك ( بقصد الطاقة المحركة له ) وسرعان ما يخفى ( هذا الشيء ) عندما يصل الى الارض ( ويتوقف ) .. لكن تفكير الانسان في الاشياء المتحركة هو الذي طور معرفته من البداية عن مفهومنا للطاقة .. وهو مفهوم سيفودنا في النهاية الى اعتبار ان الطاقة شيء شامل لكل قوى الكون » .

وعندما ينظر العالم المرموق **سي جيمس جيتز** الى العوالم الدقيقة التي تكون الذرات فالمادة ، نراه يعبر عنها في كتابه « الفيزياء والحقيقة » فيقول :

ان دراسائنا لن توصلنا قط الى جوهر الحقيقة ، وسيبقى معناها الحقيقي وطبيعتها الاصيلية خافية علينا الى الابد !

وايا كانت الامور ، او مهما اختلفت المدارك ، وتفاوتت المدلولات ، وتباينت الشروح والنظريات ،

**فان لفز الطاقة في مجال العلم ، كلفز الروح في مجال العقيدة والدين ..** صحيح اننا لا نرى الروح رؤية العين ، كما انه لا يمكن السيطرة عليها لاثبات وجودها ، ولكن الطاقة — رغم عدم ادراكنا لسر جوهرها — تلعب في الكون دورا هائلا ، كما انها هي التي تهيم على حياتنا ، وتوقد فينا جذوة « الروح » .. اى انها هي الروح في الجسد ، فاذا اختفت همد النظام — نظام الجسد — . وعلى الونيرة نفسها نقول : ان كوننا بغير طاقة ، كجسد بدون روح .. او طاقة ايضا .. فالامر سيان ، لاننا لا ندرك سر هذه ، ولا تلك ، فاذا اردنا ان ندرك طبيعتها في نظام ، اشاحت بوجهها ، وتجلت لنا بطبيعة اخرى قد نحسبها مختلفة عن الاصل الذي منه قد نبعت ، الا انها ليست الا شيئا واحدا ، وان اختلفت معاييرها .

والطاقات تلعب في داخلنا وامامنا وحولنا الى مالا نهاية لعبتها الازلية الخالدة .. فجميع النظم الكونية من اول الجسيمات والذرات ، الى المخلوقات والارض والسموات تزخر بطاقات تتوقف درجاتها على ما يستطيع ان يطلق هذا النظام ، او ما يستقبله ذلك .. ولولا تلك الرحلة الابدية التي تقفز فيها الطاقات ، وتنطلق في ارجاء الكون على هيئة موجات ، اقدارها مختلفات ، لتوقف كل شيء في الوجود ، ولانطفت الشمس واظلمت السموات ، واُبيدت المخلوقات .

فلو رجعنا مثلا الى **الطاقات البيولوجية** التي تنطلق في اجسامنا ، لوجدنا انها تظهر في صور شتى .. فمن طاقة حرارية الى حركية ( ميكانيكية ) الى كهربية الى كيميائية الى افرافية الى امتصاصية .. وكل هذه الارجوه المختلفة ظاهريا منبهما اساسا طاقة ضوئية ، سقطت يوما من الشمس على النباتات الارضية ، وتنظيم حي خاص اصطادت « الشباك » المنصوبة في النبات الطاقة الشمسية ، واخترنتها في جزئيات عضوية على هيئة طاقة كيميائية ، وعندما تنطلق هذه الطاقة تتحول بدورها الى صور اخرى .. فقد تكون وقودا للآلات ، فتؤدي الى طاقة ميكانيكية ، والميكانيكية قد تتحول الى كهربية ، والكهربية الى ضوئية او حرارية او حركية او موجات اذاعية او كيميائية . وهكذا تدور الطاقة ، فتختفي بوجه ، وتظهر بوجه آخر .

**والطاقة الشمسية** بدورها قد انبثقت من تحرير المادة وانطلاقها على هيئة طاقة حرارية وضوئية واشعاعات كهرومغناطيسية غير منظور لعينونا ، لكن هناك اجهزة حساسة تستطيع تسجيلها واثبات وجودها . وتستقبل ارضنا جزءا ضئيلا من الطاقة الشمسية ، وبه تنطلق طاقات اخرى شتى .. فمن نسيم يسرى ، الى اعاصير تدمر ، الى تيارات بحرية تجري ، الى امواج تنطلق ، الى مياه تتبخر ، الى مخلوقات تتحرك ، الى آلات تدور ، الى حضارة تشيد .. الى صراع على الطاقة ..

يعنى هذا ان الطاقة — وان اختلفت طبيعتها ، وتباينت مظاهرها — ليست في الحقيقة الا جوهرا واحدا ، لكنها قد تدخل من « الباب » بوجه ، وتخرج من « النافذة » بوجه آخر ، او قد تلج هذا التكوين او ذلك كضوء ، فتخرج منه على هيئة طاقة كهربية او كيميائية او حرارية .

والواقع ان الانسان — من قديم الزمن — قد استنبط المكاييل والموازين والاطوال ليتخذها كوحدة معينة ، فيحدد بها ما يقابله في حياته من مادة عالمه ، فنحن نستخدم الآن الكيلو متر والمتر والسنتيمتر والمليمتر كوحدة للمسافات ، والطن والكيلو جرام والجرام كوحدة للموازين ، والاردم والكيلو والطن ككماعير للحبوب ، والبرميل والجالون والتر كمقاييس للسوائل .. وكل هذه معايير مادية لا تنفع كوحدة للطاقة .. فنحن لا نستطيع ان نقيس الاستهلاك الكهربي

بالإدب ، ولا الطاقة الضوئية بالبرميل ، ولا الطاقة الحيوية بالتر أو السنتمتر ، وكان لا بد والحال كذلك من لجوء العلماء إلى استنباط وحدات أخرى ليحددوا بها أقدار الطاقة وكمياتها .. فما هي هذه الوحدات ؟



### وحدات الطاقة

في حياتنا العادية قد نستخدم كلمة الطاقة بمفهومها غير المحدد ، فنقول مثلا عن زيد من الناس انه انسان ذو طاقات لا تعرف الكلال ، وأن هذا العمل فوق طاقة الشخص خاصة ، وطاقة البئر عامة ، وأحيانا أخرى قد نصف المجهود العقلي بطاقة فكرية تتراوح ما بين انسان وانسان .. صحيح إننا لا نستطيع أن نضع الطاقة الفكرية في موازين ملموسة ، ولا أن نقيسها بمعايير معروفة ، لكننا مع ذلك نستطيع أن نحكم إلى الإنتاج العقلي المسجل في مجلدات وكتب للتمييز بين الطاقات الفكرية التي تنبع من أمخاخنا .. فيقال مثلا إن إنتاج « س » الفكرى قد فاق كل إنتاج مماثل ، أو أن « ص » له خمسون أو مائة أو ألف مؤلف أو بحث أو اختراع .. الخ ، ومع أن هذه لا تدخل تحت معايير علمية كالتي نستخدمها في تحديد الطاقات الأخرى ، كان نقول مثلا إن طاقة « هـ » الفكرية تساوى كذا سعرا ( بضم السين وتسكين العين ) حراريا ، أو كذا كيلو واط / ساعة ، أو كذا مترا أو حصانا .. الخ ، إلا أنه من المؤكد أن من وراء أفكارنا طاقات حيوية تجري في أمخاخنا ..

والطاقات الفكرية كالطاقات الطبيعية .. فلكي تستثمر هذه أو تلك ، كان لا بد من نهضة المناخ المناسب ، أو الوسيلة الفعالة لكي تظهر ثمارها ، وتجنو المجتمعات عائدهما .. فكم من مجتمعات قضت على مفكرها ، وكم من دول شردت خيرة عقولها .. ذلك أن أفكارهم الجديدة الرائدة لا تنمى مع الأفكار الموروثة البالية .. وهى هنا بمثابة من يستخرج من الأرض نزوات هائلة ، ثم يكتز عائدها ، دون أن يدير في مشروعات تدبر على البلاد خيرا وفيرا .. فالفكر المقيد ، كالمال الحبس ، كالطاقة الكامنة في طبائع الأشياء ، ولكي يكون لكل هذا فائدة ، فلا بد من تحرير الفكر من قيوده ، والمال من خزانته ، والطاقة من مادنها ..

ومع أن الطاقة الفكرية متروكة لتقديرك ، إلا أن معايير الطاقات الأخرى شسء محدد استخلصناه بالمعادلة والقانون .. فالمعادلة تعنى التوازن ، والقانون يعنى النظام ، وعلى أساسهما سار كل شيء في الكون بحساب ومقدار .. صحيح إننا نطلق الأسماء لنحدد بها طبائع الأشياء ، لكن ذلك سيقرودنا إلى الأسس التي قامت عليها وحدات المادة والطاقة والزمن والمسافة والكتلة .. الخ ، وطبعي أنك قد مررت على هذه التعريفات - أي الزمن والطاقة والكتلة .. الخ - وأنت تحسبها أشياء منفصلة لا تربطها رابطة ، ولا تؤلف بينها علاقة قائمة ، لكن ذلك ليس صحيحا ، فالكُل في واحد ، والواحد في كل ..

فلطاقة الذرية وحداتها ومقاييسها ، والطاقة الحرارية وحدات أخرى ، وكذلك للطاقة الضوئية والكهربية والميكانيكية والكيميائية والبيولوجية .. الخ ، ومع ذلك فمن الممكن - من حيث المبدأ - أن نحول كل قيمة من الطاقة إلى قيمة أخرى ، ولذلك أساس عظيم مشيد في طبيعتها ، فاصل الطاقة - كما سبق أن ذكرنا - واحد ، لكن ظهورها بأوجهها المتعددة دفعنا لكى نحدد لكل وجه وحدات قياسية مناسبة .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ونتاجها

فالعالم البيولوجى او الكيميائى يقدر الطاقة الحيوية او الكيميائية بالكالورى او السعر الحرارى ، ثم يضع له قيمة ثابتة محددة ، فاحيانا يذكر فى حساباته كيلو كالورى ، واحيانا اخرى يذكر الكالورى .. تماما كما تقدر نحن الوزن بالكيلو جرام وبالجرام .. فالكيلو كالورى يساوى ألف كالورى ، والكالورى يساوى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المائة درجة مئوية واحدة ، وبالتحديد من ١٤٥ - ١٥٥ درجة مئوية ، والكيلو كالورى فيه كمية من الحرارة تساوى ألف مرة قدر القيمة الموجودة فى الكالورى .. وطبيعى أن عالم البيولوجيا مثلا سعيد بوحدة طاقاته ، وهو يستطيع ان يحدد الطاقة الكامنة فى كل نوع من انواع الاطعمة التى نتناولها ، فيذكر مثلا ان الزبد ذو قيمة حرارية عالية ، وان الخضروات ذات قيمة حرارية منخفضة ، ولهذا فعلى الذين يريدون بأجسامهم البدينة نحولا ، الا ياكلوا الاطعمة ذات القيمة الحرارية او السعر او الكالورى الحرارى المرتفع ، بل عليهم ان يملأوا بطونهم باطعمة ذات قيمة حرارية منخفضة او معتدلة .. ذلك أن كل شيء هنا مقدر ومحسوب ، وكأننا هناك موازين حساسة منصوبة داخل خلايانا وانسجتنا ، ولاشك ان للجسم الحى هنا ميزانية خاصة تخضع لاصول السحب والادخار .. فالذى يبذل مزيدا من الطاقة ، يحتاج الى سحب جزء من الرصيد المخزون فى جسمه ليحترق ، فيمده بفيض من الطاقة ، وقد يعوض ما سحب برصيد جديد من الطعام .. المهم الا نسرف ولا نقتصر فى السرعات الحرارية حتى تعطل الموازين فى أجسامنا ، فتعتدل معها الحياة .

هذا ويبين الجدول التالى الطاقة التى يبدلها شارب فى خلال يوم كامل موزعة على انشطته المختلفة التى يمارسها فى يومه .

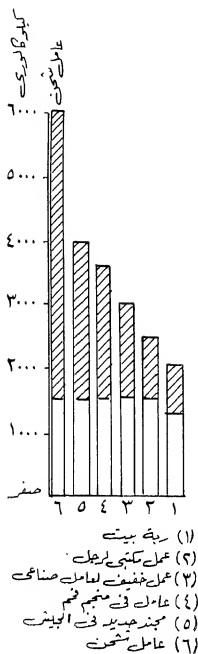
نوع النشاط	الزمن المستنفذ فيه بالدقيقة	الطاقة (كيلو كالورى / دقيقة)	المجموع
وهو نائم أو مستلق فى سريره	٤٥٧	١٢٣	٥٩٤
وهو جالس	٦٢٠	١٢٦	٩٩٢
وهو واقف	١٢٥	٢٢٥	٢٨١
اتناء اغتساله وملبسه	٤٢	٢٩	١٢٢
عمله الروتينى المكتبى	٧٠	٣٠	٢١٠
اتناء المشى	٩٦	٥٦	٥٣٦
وهو يركب دراجة	٣٠	٦٤	١٩٢
١٤٤٠ دقيقة ( اى يوم كامل )			٢٩٢٧ كيلو كالورى

لاحظ ان استهلاك الطاقة بالسعر الحرارى يزيد كلما زاد نوع النشاط .. فالانسان يبذل طاقة - وهو يركب دراجة - اكبر بحوالى اربع مرات من الطاقة المبذولة وهو يمشى .. ولا شك ان لاعب الكرة يبذل فى مبارياته طاقات اكبر واكبر .. كذلك نحن بالطاقة المبذولة. ونحن نصعد السلام .. وكلما زاد وزننا ، بدلنا طاقة اكبر ، والعجائز الذين يحيون حياة هادئة رتيبة يبذلون طاقة اقل من الكهول ، والكهول اقل من الشباب . والرجال اكبر من النساء .. الشيخ ، ولكى يكون لكل هذا قيمة مقارنة ، فلا بد ان نضع له معايير محددة ، فنقول مثلا ان الطاقة المبذولة



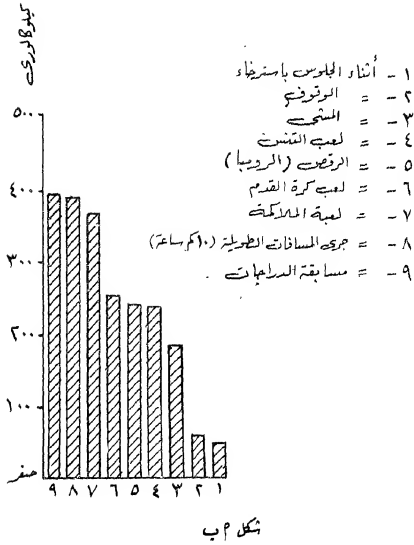


الطاقة .. طبيعتها ومصادرها ومنايها



شكل (١) (٢)

شكل ١ (١) - الطاقة المبذولة بالكيلو كالوري ( السعر الحراري الكبير ) في اليوم الواحد لأشخاص يقومون بأعمال مختلفة ولهم نفس العمر والوزن ( ٢٥ عاما ، ٧٠ كيلو جراما ، ومساحة سطح الجسم ١.٩ مترا مربعا ) .. مع ملاحظة أن الجزء الأبيض يمثل الطاقة المفقودة أثناء الاسترخاء التام .



شكل ( ب ) - الطاقة المبذولة في الأنشطة المختلفة بالكيلو كالورى لكل ساعة لكل متر مربع من سطح الجسم .

فالشحنة الكهربائية التي يحملها الإلكترون تساوى ١٦ .. ٠.٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كولوم . والفولت يساوى جاول - كولوم ، ومن هنا نجد ان طاقة الالكترون - فولت تساوى ايضا نفس القيمة السابقة بالجاول ، والجاول اكبر من الأرج بليون مرة ، ولهذا فان طاقة الالكترون فولت تساوى ١٦ .. ٠.٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ ارج ، او يعنى ان جسيما يندفع بطاقة تقدر بليون مليون إلكترون - فولت يحمل طاقة تساوى ١٦ ارج ، ومثل هذه الجسيمات ذات الطاقات العالية تندفع الى ارضنا من الفضاء ، ونعرفها باسم الاشعة الكونية التي لو تعرض لها الانسان والحيوان لدمرت ذراته وجزيئاته ، لكن الغلاف الهوائى في طبقات الجو العليا يقف نيابة عنا كمظلة واقية ليحمينا من بلاتها .

والواقع ان هذه الوحدات تعنى الكثير في حياة العلماء كما يعنى المتر والساعة والكيلو جرام شيئا في حياتنا ، ورغم اننا نفصل بين هذه المدلولات في حياتنا ، نرى ان صور الطاقة تجمع بينها في معادلات رياضية خاصة .. فلكي تعرف طاقتك او طاقة أى شيء متحرك ، كان لا بد ان تضع له وحدات خاصة من الكتلة والزمن والمسافة والمقاومة والجاذبية .. الخ .. فبدلا من ان يضع العالم وقته ، ويصدع رأس من يتحدث اليه فيقول على سبيل المثال : جرام واحد مضروب في سنتيمتر واحد ومضروب في نفسه مرة اخرى ومقسوم على مربع الزمن مقدر بالثانية ، نراه يختصر كل ذلك على هيئة كلمة او وحدة هي : الأرج - او يمكن التعبير عنها هكذا :

$$\text{الأرج} = 1 \text{ دايـن} \times \text{سم} = 1 \text{ جم} \times \frac{\text{سم}}{2} \text{ ثانية}^2$$

وطبيعي ان مثل هذه الوحدات لغة شفرية خاصة يتفاهم بها العلماء فيما بينهم ، ويعلمون ماذا تعنى ، ومن اين جاءت ، وكـم تساوى .. الخ ، فالأرج مثلا وحدة من وحدات الشغل ، والشغل - كما ذكرنا - صورة من صور الطاقة ، او هو الشيء الذى يعبر عن كمونها في ذرة او جزيء او حجر موضوع في قمة الهرم الاكبر .. فعندما يتطلع احد العلماء الى تلك الكتل الهائلة التي وضعها قدماء المصريين على ارتفاعات مختلفة ، فانه بلا شك قد يعود بذاكرته آلاف السنين الى الوراء ليقدر الطاقة التي بذلتها عضلات آلاف الرجال ، لترفع مثل هذه الكتل الجبارة وتضعها في مكانها هناك .. وقد يخرج من جيبه ورقة وقلم ، ويجرى عدة حسابات ، ويكتب بعض معادلات ، ويخرج من ذلك بنتيجة غريبة ، ويقول مثلا : ان طاقة الرجال لم تذهب هباء ، فهي لا زالت طاقة كامنة Potential Energy في تلك الكتلة الموضوعة على ارتفاع مائة متر ، وتقدر بكذا ارج ، او في تلك التي تعلوها بثلاثين مترا اخرى ، وفيها من الطاقة الكامنة نصيب اعظم ، لانها اخذت من مجهود الرجال مجهودا اضعف ، وتقدر طاقتها مثلا بكذا قدرة حصان ، او سمر حرارى .. الخ ، وقد يذهب الى ابعد من ذلك ويقدر لنا الطاقة الكلية التي بذلها الاجساد في اقامة هذا البناء الشامخ - احدى معجزات الدنيا السبع الباقية على مر الزمان .

صحيح انك لا تستطيع ان تلحظ تلك الطاقة الكامنة في كتلة ترتفع عن سطح الارض ( ارضية الهرم فقط أى سفحه ) بحوالى ١٤٠ مترا - ولكن عليك ان تتصور ان شيئا ما قد خلخل هذا الحجر ، وتركه يسقط من عليائه ، مندثرا سوف يصيب الرعب القاتل الجموع البشرية الموجودة عند سفح الهرم .. فسقط الحجر الضخم واندفاعه بقوة هائلة - بفعل قوة اخرى تعرف بالجاذبية - يعنى الموت والدمار لكل من وما يصطدم به هذا الحجر .. بشرا كانوا هم او حيوانات او سيارات .. الخ .

لقد تحولت الطاقة الكامنة الى طاقة حركة Kinetic Energy . . صحيح أنها طاقة غير موجهة ، لكنها لو وجهت لتقوم بشغل أو عمل . لاعتنتنا الطاقة ذاتها التي بذلها فندمنا الصربين في رفعها الى مكانها من الهم ضد الجاذبية الأرضية . . وهذا يعنى - في سياق الحديث - أيضا - أن الارتجاع قوة أخرى غير منطوقة ، ولا يظهر مفعولها إلا في وضع الأشياء في مستويات من الارتجاع مختلفة . . فكلما كان ارتفاع الحجر أو شيء آخر كبيرا ، وكانت كتلته أيضا كبيرة ، فانه - بلا شك - يضىء على طاقة كامنة أكبر من حجر مساو له في الوزن ، لكنه موضوع في مستوى أقرب من سطح الأرض . . لكن الذى يحدد ذلك كله معادلات رياضية تتناول الكتل والمسافات والزمن . . الخ ، وعلى أساسها تحسب القوى الدافعة للصواريخ والغدائف والسيارات والرافع والم شانه ذلك .

وقد تعود الى ذلك العالم الذي يقدر الطاقة الكامنة في ذلك الحجر الموضوع هناك على ارتفاع معين في الهرم ، وعندما يحدد مسافته ، وزمن سقوطه ، وكتلته ، والمجهود الذي بذل في قطعة من الجبل الشرقي وسحبه الى البر الغربي على صفحة النيل .. الخ ، قد ينظر اليك ويقول : حسنا .. ان هذا الحجر قد اخذ من سواعد الرجال الشيء الكثير ، ثم قد يقدم لك رقما هائلا ويقول .. ان حساباتي تشير الى رقم يتجاوز ٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٧٨٤٠٠ ارج ... وقد يومئ برأسه ويستطرد قائلا : لا الانج وحدهم وحدات الشغل ضئيلة ، ولكي تتصور مقدارها انظر الى هذه القطعة المعدنية التي لا تزن اكثر من عشر جرامات ، فعندما اسقطتها من بين اصابعى الى الارض قطع مسافة تقدر بثلاثة اقدام ، فان طاقاتها الدافعة قد تصل الى مليون ارج ، او ان الضغط باصبعك على أحد حروف الآلة الكاتبة لتكتب حرفا واحدا يستلزم منك شغلا نصل طاقته الى حوالي مليون ارج ، او عندما نرفع حجرا وزنه رطل واحد الى اعلى لمسافة قدم واحدة (رطل / قدم) فانه تكون قد بذلت طاقة تفقد بحوالي ١٣٨٥٠ ارج ( او حوالي ١٣٦ جاول \* ) . لان كل جاول يساوي عشرين لابلان ارج ) ... وعندما نرفعه بلانة اقدام ضد الجاذبية الارضية ، فان الطاقة المبذولة تساوى ١٥٥٠ ارج .. او عندما تكرر عملية رفع الحجر لمسافة قدم ما يقرب من ثلاثة آلاف مرة ، فانه تكون قد بذلت طاقة تقدر بحوالى ١٥٥٠ ارج ، او ربما يعادل كيلو كالورى واحد وهذه يمكن الحصول عليها من حرق الطاقة الكامنة في حجرالى من الخبز ، ١٨٢٠ جراما من التسكولاته ، او ١٢٥ جراما من الزبد ، او لترين من البيرة ، او لتر ونصف لتر من اللبن .. الخ .

يعنى هذا ايضا ان الطاقة الكامنة في الحجورالتى حسبها لنا العالم بمعادلته نوازى ٨٧٠.٠٠٠ كيلو كالورى ، او حوالى ٢٩٢١ فئدة حصان ، او الطاقة الكيميائية المتحررة من احتراق ٢.٧٨ كيلو جراما من البطاطس ، او بمعادل ٢١٨٠ كيلو واط / ساعة .

والكيلو واط / ساعة بدوره يؤدي شغلها ليس بالهين .. فلو تحولت الطاقة الكامنة فيه الى حرارة لصهرت لنا ثلاثة كيلو جرامات من المعدن ، او صنعت عشرة امتار من القماش ، او تحولت ١٥ كيلو جراما من الحبوب الى دقيق ، او اخبزت كعكة رقيقة - او لحبت ٥٠ بقرة - او لجرت صوف ٤٠ خروفا ، او فلت ماء عشرة غلايات كاملة من الشاي (وحجم الغلاية متروك لتقديره)، او اجندت ٤٠ كيلو جراما من اللحم (في ثلاثة) وكانت كافية لحلاقة ذقون ٤٠٠ من الرجال !

✽ الجاؤل وحدة من وحدات الشغل ، وقد استخدمت في مجال العلم تخليدا للعالم الفيزيائي البريطاني جيمس برنسكوت جاؤل . اما الارج فكلمة مشتقة من اليونانية ومعناها شغل .

وهكذا يمكن تحويل الطاقات من صورة إلى أخرى ، ومن وراء ذلك وحدات تحددها .. من أجل هذا يستخدمها العلماء دائما في كل مجالات العلم - من فيزيائي و ذرية وبيولوجية وحرارية وكونية وميكانيكية .. فانفلاق نواة ذرة من ذرات اليورانيوم -  $^{238}_{92}\text{U}$  تنتج طاقة تقدر بحوالي ٢٠٤ مليون ارج ، في حين ان اشعال عود من الكبريت يولد حرارة تصل الى اكثر من ٦٠ الف ارج . ومن هذه القفزة الهائلة من قيمة الطاقة الناتجة من انفلاق نواة ذرة اليورانيوم ، الى الطاقة المنحجرة من اشعال عود الكبريت وبدونكنا هي طرح من قيمة الطاقة النووية الكامنة في الذرات .. لكن ذلك ليس صحيحا ، فالواقع ان نواة الذرة فضيلة غاية الضئالة ، فالجرام الواحد من اليورانيوم يحترق على حي حوالي ..... $10^{10}$  ارج ..... $10^7$  ارج او واحد على ولهذا فان انفلقت ذرته ، فانها تطلق طاقات تصل الى ١٠ ارج (أي ١٠ أس ١٧ ) او واحد على يعينه ١٧ صفرا ، او مائة الف مليون مليون ارج) - لكن هذه الكمية الهائلة الناتجة من الطاقة الانشطارية لا تمثل الا جزءا واحدا من الف جزمع الجرام ، وهي التي تمثل لنا كمية المادة التي تحولت بالفعل الى طاقة .. والى هنا يتبين لنا ضخامة الطاقة النووية بالمقارنة الى الطاقة الكيميائية ( كاشعال عود من الكبريت او جرم من الفحم او ما شابه ذلك ) .

وعندما نتعرض للطاقات الأخرى ، فسوف نقفز امامنا الارقام قفزا ، بحيث قد لا يكون لها في عقولنا مغزى ، ومع ذلك فعلينا ان نعرضها عليكم ، ليتبين لك ضخامة القوى الكونية ، ومكانها منها في هذا الوجود .

الطاقة المبذولة في أو الناتجة من :

مقدارها بالارج

- ١ - انسان صنعته قطع الانجار
  - ٢ - انفجار القنبلة الذرية على هيروشيما
  - ٣ - اعصار مدمر
  - ٤ - قنبلة ايروجنية قوتها مائة مليون طن من مادة تزن شديدة الانفجار
  - ٥ - زلزال ارضي قوى
  - ٦ - ما تستقبله الارض من الطاقة الشمسية سنويا
  - ٧ - دوران الارض حول محورها
  - ٨ - دوران الارض في مدارها حول الشمس
  - ٩ - الطاقة الناتجة من الشمس سنويا
  - ١٠ - انفجار نجم عملاق
١١. \*
٢١. ١٠ × ٢٢
٢٥. ١٠ أرج
٢٥. ١٠ × ٢٥ أرج
٢٣. ١٠ × ٢١ أرج
٢٦. ١٠ × ٢٦ أرج
٤٠. ١٠ × ٤٠ أرج
٤١. ١٠ أرج
٤٨. ١٠ × ٤٩ أرج

\* ١٤١ = .....٠٠٠.....٠٠٠ ارج - فالرقم الاعلى على يسار الرقم الانسفل بين عدد الاصغار اتنى عليك ان تضعها على يمين الرقم واحد .. ف ٢٠١ بنى واحداً على يمينه عشرون صفراً .

ومن هذه الأرقام تتضح لنا ضالة طاقات الإنسان، أو ما صنعه من قنابل ذرية وإيدروجينية هي بمثابة عيدان كبريت مشتعلة بجوار براكين كونية مشحونة بطاقات تتجلى فيها ، أو تسيطر عليها لتجعلها تدور حول نفسها تارة ، وتنطلق في مدارات حول غيرها تارة أخرى . فكوكب الأرض جرم صغير إذا ما قورن بالأجرام الأخرى التي قد تكون أكبر منه بألاف أو مئات الآلاف أو ملايين المرات .. ومع ذلك فللدورانه حول نفسه طاقة ، وحول شمسها طاقة أخرى أكبر : ولو أردنا حسابها بمعايير الطاقة الميكانيكية المستخدمة في حياتنا لبلغت طاقة شغل الأرض ما يقرب من ١٨٠٠ مليون مليون مليون قدرة حصان (١ المليون مكرة أربعا) ، ولو لم تنطلق الأرض حول الشمس بهذه القدرة الجبارة ، لجذبها الشمس إلى مجالها جديا ، ولصهرتها وصهرتنا في أنونها صهرا .. لكن القوى الكونية قد اشتغلت بحساب ، وسارت الأجرام في أفلاكها بمقدار .. فلا الشمس تغلب على الأرض أو على كواكبها الأخرى التي تدور حولها ، ولا تلك الكواكب بهاربة من قبضة شمسها إلى الفضاء .. وعندئذ يحق القول الفصل « خلق السماوات بغير عمد ترونها » .. « والسما رفعتها ووضع الميزان » .. فالعبد قوى كونية لا نراها ، وإن كانت تتجلى لنا في جاذبية ودوران وحركة ، لتبدو لنا كموازين غير مرئية تسيطر عليها قوته البديعة ، ثم سيطرته العظيمة على كل ما في الكون من بلايين البلايين من الأجرام السابحة في ملكوته العظيم بطاقات هائلة تتجلى لرجل العلم بلا نهاية ، وتبرز له بلا حدود ، وعلى قدر ما يستوعب عقله المحدود !

لكن الطاقات الهائلة التي يركز بها هذا الكون طاقات حييصة في « قمامتها » .. في ماديتها .. فماذا لو تحررت ؟ .. علينا أن نتعرض لذلك باختصار .. لنرى وجهين لحقيقة واحدة .



### الطاقة مادة متحررة

أنت ترى بالنور ، وتعيش على النور ، وخلقته من النور .. وإلى النور يوما قد تعود .. لتعود الكرة من جديد .. « قل هو بيدي وعييد » !

فأنت جسد لكن الجسد من نور .. ولست وحدك في الكون .. لأن كل ما فيه من مادة ظاهرة وخافية من نور تجسد .. فتكور .. فظهر .. فدارت به الأفلاك .. وليكون « الله نور السماوات والأرض » ..

وللنور درجات .. فمنه اللطيف ، ومنه القوي الشديد الذي لو تجلى لجبل لجعله دكا .

---

☛ قدرة حصان Horse-Power تعبير استخدمه العالم المشهور جيمس واٹ ليعد به قدرة شغل آله البخارية التي اخترعها واستخدمها في دفع المياه من الآبار ، وكانت الخيل هي الوسيلة المستخدمة في دفع هذه المياه ومذاك ، ولهذا أحضر عددا من الأحصنة القوية لتستخرج كمية الماء ذاتها التي تستخرجها آله البخارية ، وفارن بين قدرة هذه وتلك في الشغل ، ومن هنا استطاع أن يقدر أن حصانا قويا يقوم بشغل يصل إلى ٥٥ رطل - قدم/ثانية - أي أن يرفع هذه الأثقال إلى أعلاه ضد قوة الجاذبية لمسافة قدم واحدة لكل ثانية .. وقدرة الحصان بحسب آخر تساوي ٧٤٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ أرج أو تساوي ٧٤٦ جاول .

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومنابعها

« قال رب ارنى انظر اليك ، قال لن ترائى ، ولكن انظر الى الجبل فان استقر مكانه فسوف ترائى ، فلما تجلى ربه للجبل جعله دكا ، وخسر موسى صعدا ، فلما افاق قال سبحانك تبت اليك » !

وليس كل ضوء مرئيا .. بل لنا حدود فيمانرى ، كما ان لنا حدودا فيما نسمع ونطيق وندرك ونعلم !

وقد يبدو هذا الكلام اقرب الى اسلوب الصوفية منه الى لغتنا العلمية ، وقد يكون ذلك وقد لا يكون ، لسنا في الواقع ندرى ، لكن الذى ندرىه — نسبيا — ان النور الذى نراه قوة خفية .. وفيما فوقه او تحته انوار اخرى ذات قوى او طاقات مختلفة ، لكن عيوننا ليست مهيأة لاستقبالها ، ولو استقبلناها لاصابتنا بالعمى .

لا بد ان نذكر هذه المقدمة الصغيرة في سياق حديثنا حتى لا تختلط علينا الامور بين العلم والعقيدة ، وحتى نكون واضحين في تقديم صورة جديدة من صور القوى او الطاقات الكونية التى تتجلى فينا وفي خارجنا مما سوى الله فأبدع !

**والنور يعنى الضوء او الضياء او الوميض او القسبات النورانية او الاشعاعية او الاشعة الكهرومغناطيسية او الفوتونات Photons ( او الكوانتا Quanta ) ( أى كميات محددة من « طرود » ضوئية .. مفردا كوانتم Quantum ) .. والمسميات الثلاثة الاخيرة هي التى نستخدمها في مجال العلوم .. وهى التى اثارت عقولنا على ما في هذا الكون من اسرار عظيمة ، واضاءت لنا الطريق لنرى شيئا من طبيعته المثيرة ..**

فالانسان والحيوان والنبات والميكروب وكل شيء دبث فيه الحياة يتكون من شقين : شق مادى منظم اعظم تنظيم ، وشق « روحى » اوحى تنطلق منه طاقة محددة لتسيطر على كيان هذا التنظيم المادى ، وتدفعه دفعا ليشق طريقه في الحياة لوقت معلوم ، ثم يتخلى عن الطريق ليفسح المجال لغيره ، ولكن بعد ان يكون قد ترك نسخة من ذاته تواصل الحياة مع غيرها من طوفان المخلوقات ، وهو ما نعبّر عنه بالتناسل والتكاثر والذرية والاجيال .. الخ .

لكن « الروح » او الطاقة التى تسرى في داخلنا هى روح نظام بديع لا زلنا في اسراره حائزين ، فنحن لم نعرف بعد كل اسرار الخلية الحية التى منها قد نشأنا ، ولا كذلك سر خلية ميكروبية بسيطة .. ذلك ان هذه الوحدات الحية التى لا تراها العين لضآلتها ليست الا نظاما من داخل نظم من داخل نظم من داخل نظم .. وهكذا تتراكب الاجزاء وتتداخل بعضها في بعض .

وكسل حى لا بد ان يموت .. والموت يعنى خلا في النظام ، ولا يزال هذا الخلل يتعاظم ويتفاقم حتى تفل الفوضى ، وتتوقف « روح » هذا النظام او ذاك عن انتاج الطاقة .. فلا تتحرك عين في مقتلها ، ولا ينبض قلب في صدره ، ولا يتردد نفس في قفصه ، ولا تشع حرارة في اوصاله ، بل تحل محلها برودة مميزة ، وهى دليلنا على توقف الجسم او هذا النظام البيولوجى الخاص عن بذل الطاقة التى قدرناها من قبل في المتوسط بحوالى ٢٥٠٠ سعر او كيلو كالورى .. او اكبر من ذلك او اصغر !

لكننا لاشك نظم انفسنا اذا نظرنا الى اجسامنا المادية مثل هذه النظرة القاصرة .. صحيح ان الذى يفرق بين الميت والحى هو تلك الطاقة التى تستطيع الخلايا المختلفة ان

تستخلصها من الطعام او وقود الحياة فنظهر في الكائن الحي على هيئة ثنى ( وسنعود لهذه الطاقة بالشرح فيما بعد ) ، فاذا توقف النظام الحي عن انتاج الطاقة ، فان ذلك لايبنى اختفاها حتى تظهر « يوم البعث » ! ! اذ لو تعمقنا في بواطن الامور لادركنا ان هذه الكتلة الميتة موج بقوى هائلة ، وغور بطاقات عالية . . لكنها لا تظهر لنا ولا تتجلى ، ذلك انها حبيسة في جسيماتها . . في ذراتها . . في جزيئاتها . . في خلاياها . . في اعضاء هذا الميت ونسجته التي توفد الى الابد عن انتاج الطاقة الفاهرة . . ورغم ما في بطنها من طاقات حية .

وقد يبدو هذا الكلام غامضا على غير المتخصصين . . لهذا كان لابد من شرح وتوضيح .

فالكتلة الميتة أو الحية لم تكن في البداية الأنوثونات أو كوانتا أو موجات كهرومغناطيسية أو ضوءاً أو نورا أو طاقة . ذلك ان كل شيء مادي— حيا كان أو ساللا أو غازا أو جمادا — ليس الا بمثابة «مقمع» فيه مارد حبيس . لكن الفرصة غير متاحة لاطلاقه من مقمعه ، او تحريره من ماردته ، ولو استطعنا ان نحول المادة من صورتها العجيبسة الى وجهها الآخر الطبيعي ، لاذلت العباد ، ولدكت الطليق ، ولآبادت المدن في لحظة من زمن .

لكن حياتنا على هذا الكوكب ، تتوقف على حياة الشمس.. فان ماتت ماتنا والشمس بدورها تعتمد في حياتها على تحويل المادة المجسدة الى طاقة متحررة لتندفق فيما حولها من فراغ على هيئة اشعة حرارية وضوئية ونفايات جسيمات ذرية واسعاعات اخرى .. ولا بد ان نتخلص الشمس من هذه الطاقات الزائدة حتى لا تنفجر ، ولا بد ايضا ان تحتفظ بنسبة من تلك الطاقة لترفع درجة حرارة جوفها الى مايقرب من ٢٠.٠٠٠.٠٠٠ درجة مئوية ، وعند هذه الحرارة العاتية « تلتهب » الشمس بعض مخزونها من الايدروجين و « تهضمه » على هيئة عنصر اعقد يعرف باسم الهيليوم ( من هيلوس اليونانية اى الشمس – ولهذا فالهيليوم عنصر موجود بكثرة في الشمس ) ، وفي هذه العملية التي يدخل فيها اربعة اتوية ( بروتونات ) لعنصر الايدروجين لتلتحم في نواة الهيليوم ، يختفي جزء ضئيل من المادة ، ويتحول الى طاقة تعادل سفعلا قدره حوالي ٤٠٠.٠٠٠.٠٠٠ ارج .. ورغم ان هذه الكمية ضئيلة جدا ، الا ان الطاقة الناتجة من تحويل جرام واحد من الايدروجين الى هيليوم يمكن ان تؤدي شغلا يوصل الى ٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ ارج ٧٠ ارج ١٠ اوبما يعادل ٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ قدرة حصان ( مما يذكر ان جرام الايدروجين يحترق الى حوالي ٦٦ ألف مليون مليون مليون ذرة .. ومن هنا يوضح ان الطاقة الانتاجية تبدو صغيرة ، ولكننا نتعامل مع بلايين البلايين من الذرات ) .

وكل هذه الأرقام والتقديرَات ستبدو ضئيلة غاية الضئالة إذا ما قورنت بما يجري في داخل هذا الفرن الكوني الجبار .. فالشمس لا يمكن أن تعيش على جرَامَات أو كيلو جرَامَات أو أطنان تتحول إلى بلايين بلايين من الأبرجَات أو حتى القدرة الضخامية .. لكنها في كل ثانية تمر من حياتها الطويلة تستهلك وجبة من الإندروجين تصل كتلتها إلى ٥٨٧ مليون طن ، وتحولها إلى ٥٨٣ مليون طن من الهيليوم .. لكن هناك فرقا بين ما « أكلت » وما تحول إلى نفاية ( أي هيليوم ) تقدر كتلته بحوالي أربعة ملايين طن في الثانية الواحدة ! فإن ذُفبت هذه الكمية الهائلة من المادة ؟



الواقع أنها ظهرت بوجهها الآخر .. لقد تحررت في الطاقات الحرارية والضوئية التي تنير بها ما حولها ، وتلئق كواكبها التي تطوف بعيداتها بعشرات ومئات وآلاف الملايين من الأميال .. وتلك في الواقع طاقات فوق تصور البشر ، ومع ذلك فهناك توازن عظيم بين ما تحتفظ به الشمس من طاقات ، وبين ما تتخلص منه في الفضاء ، فلو حلت البرودة ( النسبية ) بجوفها ، لانهارت تلك الكتل الهائلة من المادة الخام ( الإيدروجين ) التي تدخرها لاستهلاكها لآلاف الملايين من السنوات القادمة ، ولضغطت على جوفها ضغطا رهيبا قد يؤدي إلى انفجارها ، ولو اختزنت كل حرارتها الهائلة لساعات معدودة ، لارتفعت كما ترتفع مثلاً درجة حرارة إنسان أصيب « بضربة شمس » ، واختل فيه التوازن الحراري الذي يحدد بين ما يتخلص منه وما يحتفظ به من حرارة .. ولهذا فقد تنفجر الشمس وتنتهي ، ويموت الإنسان ويختفى .. لكن حمدا لله أن وضع الموازين في السماوات قبل أن وضعها على الأرض ، فلديناش البشر بلايين ، وليس لدينا إلا شمس واحدة .. فان ماتت ، لتوقفت كل صور الحياة على هذا الكوكب .

ويوم استطاع الإنسان أن يضع يده على سرغال من أسرار هذا الكون المثير من خلال معادلة رياضية ، فإنه لم يصدق - بادئ الأمر - بما أشارت إليه هذه المعادلة التي قدمها لنا العالم الشهير البرت اينشتاين في عام ١٩٠٥ ، والتي ظهرت كوليده صغير من نظريته « النسبية » ، ورغم أن المعادلة بسيطة في تركيبها وفحواها ، إلا أنها عميقة في معناها ومعناها ، لدرجة أن اينشتاين نفسه لم يصدق أن مدلول هذه المعادلة يمكن أن يتحقق يوما على هذا الكوكب .. لكنها تحققت بعد أربعين عاما .. في قنبلتين ذريتين .. أحدهما اسقطت على هيروشيما ، والثانية على ناجازاكي .

لقد نجح الإنسان في تحويل المادة إلى طاقة .. لكن الذي يوضح أمامنا ضخامة الطاقة المجسدة في ماديتها معادلة اينشتاين الشهيرة التي تتكون من حروف ثلاثة ، ونكتبها هكذا :

$$E = mc^2$$

أي الطاقة = الكتلة × مربع سرعة الضوء ( Squared ) Energy = Mass X Velocity of Light

لكن .. ماهي العلاقة بين الكتلة وبين الضوء وسرعته وبين الطاقة ؟ .. وكيف تجمعت هكذا ؟ .. وماذا تعني حقا رغم ما بينها من مفارقات ، أو عدم تجانس في الصفقات ؟

الواقع أن هذه هي لغة المعادلات .. وهي لغة خاصة تتناول أسرار هذا الكون بالتحليل ، لتستشف طبيعته وما ينطوي عليه من وحدة أصيلة رغم ما فيه من متناقضات ظاهرية .. لكن المعادلة تحيل التناقض والغور إلى وحدة نظام تدعو إلى التساؤل والحيرة .

لكن دعنا نعبّر عن هذه المعادلة بمنطق الأرقام .. ولناخذ زيدا من الناس كمثال ، ولا يهم إن كان حيا أو ميتا « طازجا » ، فالذي يهمنا هنا هو كتلته ، ولتكن ٧٠ كيلو جراما - فيها ٧٠.٠٠٠ جرام ، وسرعة الضوء في الثانية الواحدة ٣٠٠ ألف كيلو متر - فيها ٣٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ سنتيمتر ( فالمعادلة تشترط الكتلة بالجرام والسرعة بالسنتيمتر ) ولنعوّض هذه الأرقام بمدلولاتها في المعادلة السابقة :

$$\text{الطاقة} = ٧٠.٠٠٠ \times ٣٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ \times ٣٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠$$

$$= ٦٣.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ \text{ أوج}$$

الرقم - بلا جدال - يبدو من الضخامة بمكان بحيث قد لاستتبعه العقول .. وهو يعنى ان المادة في جسم زيد لو تحررت من ماديتها ، وتحولت الى طاقة تحولاً تاماً فانها تظهر على هيئة قدرة أو شغل يدير كل مصانع مصر ويضيء مدنها قراها لسنوات طويلة قادمة .. ولهذا دعنا نحول وحدات الشغل الناتجة ( اى الارج ) الى طاقة حرارية مقدرة بالكيلو كالورى .. عندئذ ينتج لنا ..... ١٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كيلو كالورى .. لكن الرقم لا يزال خيالياً .. ومع ذلك فهو يوضح لنا الفرق بين طاقة زيد اليومية التى قد تصل الى ٣٥٠٠ أو ٤٠٠٠ كيلو كالورى ( اذا كان يؤدي عمله الشاق بضمير ) وبين الطاقة الحقيقية المقيدة في جسمه على هيئة مادة !

أو دعنا نحول الطاقة الحرارية الى وحدات اخرى من الطاقة ، ولكن هذه المرة طاقة كهربية .. وعلينا ان ان نستخدم الكيلو واط/ساعة ، وفي هذه الوحدة يكمن ٨٦٠ كيلو كالورى ، وبعملية حسابية بسيطة ينتج لنا رقم اصغر - ..... ١٨٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كيلو واط/ساعة ، اى حوالى ٢ مليون مليون كيلو واط/ساعة لو ان زيدا هذا قد تناول وجبة دسمة ، وزادت فيها كتلته قدراً معقولاً .. وهذا المحصول الهائل من الطاقة التى تحررت من مادة زيد المجسدة اكبر قليلاً من الطاقة التي ينتجها السد العالي لمدة مائتى عام ، وعلى شرط ان يشتغل بكامل طاقته !

او لو فرضنا ان هذه الطاقة قد تحولت الى صورة اخرى كيميائية مخزونة في طعام نتناوله ، وبفرض ان استهلاك الفرد في المتوسط ( الكبير مع الصغير ، والنشط مع الكسول واليقظ مع النائم .. الخ ) يصل الى حوالى ١٥٠٠ كيلو كالورى يومياً ، وفي كوكب يبلغ تعداده اربعة آلاف مليون نسمة ، فان هذه الطاقة المتحررة من جسم زيد تكفى لاعاشة اهل الارض جميعاً لاكثر من ٢٥٠ يوماً ! .. او تساوى الطاقة المخترنة او المتحررة من حرق ..... ١٤٠٠٠٠٠٠٠ طننا من البترول ، او قدر الطاقة المدمرة الناتجة من تفجير ..... ٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ طننا من مادة ت. ن. ت. شديدة الانفجار .. او .. الى آخر هذه الارقام التى تقفر امامنا ، وكأنما نراها في احلام اليقظة .

لكن زيدا هذا ليس بمعايير الكون شيئاً مذكوراً - نقصد من حيث هو كتلة ، لا من حيث هو عقل مفكر أو غير مفكر .. صحيح ان الطاقات التى نحصل عليها من تحويل المادة الى طاقة في المفاعلات الذرية مثلاً ليست الا قطرة في بحر من بحور الطاقة التى تجري في آتون شمسنا وحدها ، لكنها - على أية حال - قد جذبت عقولنا الى منبع من الطاقة قد لا ينضب لو عرفنا كيف نسيطر عليه ، فنستخدمه للتعمير .. لا للتدمير !

ان مجرد تركيز العقل البشرى - بعد ذلك على الكميات الهائلة من المادة التى تحررها الشمس في اليوم الواحد على هيئة طاقة ، ثم استثمارها على هذا المعدل منذ حوالى خمسة آلاف مليون عام وحتى الآن ، ثم مواصلة الحياة بعد ذلك لآلاف الملايين من الاعوام القادمة - كل هذا قد يصيبنا بالدوار .

ليس بالشئ الهين ان تتحول حوالى اربعة بلايين طن من مادة الشمس في كل ثانية الى دفعات جبارة من الطاقة ، فلو انك قدرت بعد ذلك ما تستهلكه في اليوم من مئات الالف الملايين الاطنان ، ثم تحويل ذلك الى جرامات ، ثم ضربها في مربع سرعة الضوء بالسنتيمتر ( على حسب المعادلة السابقة الخاصة بالمادة والطاقة ) لتنتج لك رقم تكتبه هكذا : ٢٩١٠ x ٣١٠ ارج ، أو ٢٩١٠ x ٣١٠ جاول ، أو ٢٩١٠ x ٣١٠ كيلو واط/ساعة ، تستقبل ارضنا منه يوماً حوالى جزء واحد من النفى مليون جزء .. لكن فيه الكفاية ، اذ تصل طاقة هذا المقدار الضئيل للغاية الى

ما يقرب من  $10^{10} \times 4\pi$  كيلو واط/ساعة ، وبه يدور كل شيء على كوكبنا .. تدور ملايين البلايين من اطنان الهواء ، في تيارات رافعة خائضة .. أحيانا ما تلفح وجوهنا كنسيم عليل ، وأحيانا أخرى كرياح وعواصف بأسها شديد، وقد تكمن فيها طاقات تفوق في طاقتها مئات القنابل الذرية والايروجينية - وبالطاقة الشمسية تخرج ملايين البلايين من اطنان بخار الماء الى الهواء ، فندور فيه على هيئة سحب تتساقط منه الامطار ، وتجري الانهار ، وتورق الاشجار ، وتكتسى الارض بالخضرة والازهار ، وتتكون بها ( بالطاقة الشمسية ) الحبوب والثمار ، وتحلق الفراشات ، وتغنى الطيور ، وتسبح الاسماك ، وفوق كل هذا يدور الانسان في ارضه لينتقب فيها باحثا عن مزيد من الطاقة ليحصل على مزيد من القوة والرفاهية .. ومن وراء كل هذه الحركة البديعة - التي تتم في الهواء والبحار والاحياء - جزء ضئيل جدا من طاقة تحررت من ماديتها ، لتسلط بوحدها على نظم البكترونية وذرية وجزيئية لتبعث فيها الروح والحياة ، وسنعود لنوضح معنى ذلك عندما نتعرض للبطاريات الحية التي تصطاد تلك الطاقات ، لتدفع بها كل ما على هذا الكوكب من احياء . فمن وراء حركته نور اوضوء او طاقة شمسية لها مع الحياة قصة مثيرة .. لكن علينا الآن أن نتعرض للوجه الآخر من الحقيقة .. اى تجسيد الطاقة من بعد تحرير وانطلاق .. فهل هذا في الامكان ؟ .. دعنا اذن نبدأ من الاساس .

### تجسيد الطاقة Materialization of Energy

يحكي أن عالما انجليزيا شابا يدعى **بول ديراك** خرج على العالم في عام ١٩٢٨ نبأ مشير نتيجة لتحليل معادلات رياضية تناول فيها بعض معادلات نظرية النسبية لايبشتاين ومعادلات نظرية الكم Theory Quantum **ماكس بلانك** .. ومن عملية « المزج » بين هذه « تلك » جاءت بعض نتائج تمشي مع منطق هذا العالم الذي فيه نعيش ، وجاء بعضها الآخر بأنباء - لا هي مقبولة ولا هي معقولة ، وقد نبذوا امام الانسان وكأنما هي تشير اليه من طرف خفي بأن هناك امورا تحدث في الكون ، ولكنها تسير بالمقلوب .. اى معاكسة لكل ما نعرفه او تعارفنا عليه في طبيعة عالمنا وتكوينه .. فعادوا يعني عندما نقول مثلا ان طاقة زيد سالبة ، او ان زمنه يجري الى الوراء ، او انه يتكون من مادة نقيضة لمادة عالمنا ، او ان هناك جاذبية تدفعه بعيدا عن الارض بالقوة ذاتها التي تشد بها انسانا آخر له كتلة زيد نفسها .. الى آخر هذه الامور المضادة لطبيعة عالمنا !

طبعي اننا لم نر شيئا غريبا - مثل ما تنبأت به المعادلة - يحدث على ارضنا ، ورغم غرابة ما جاءت به المعادلة من نسوة ، الا ان الشاب ديراك اكد ان تهكموا عليه ان ما جاء به ليس العا في العلم ولا بهتاناً ، ولا بد ان هناك شيئا لم تتفتح له العقول بعد ، او ربما كان سابقا لوانه .

لقد كان ديراك يقوم بتحليل رياضي لحركة الالكترون وحيد في الفراغ ، ولكي يتحرك فلا بد له من طاقة .. ولقد وضع ماكس بلانك الحدود التي يمكن ان تتعامل بها الطاقة مع المادة من خلال تحليل رياضي ايضا ، بل وأوضح لنا ان الطاقة الضوئية مثلا لا تنطلق كشعاع متصل وكما تراه العين ، ولكنها تأتي كطرود او « باقات » او وحدات دقيقة جدا من الطاقة ( وسوف نعود لها بعد حين ) ، وجاء بعده البرت اينشتاين ، ووضع لنا المعادلة التي تنبأت بتحويل المادة الى طاقة .. وتبينكم من مآد نقيضة لمادة عالمنا الى ان الطاقة ايضا يمكن ان تجسد في الجسيمات .. وكما كانت طرود او باقات الطاقة قوية وكبيرة ، كانت الجسيمات المتجسدة منها ثقيلة .. والى هنا والموضوع يمكن تقبله من حيث المبدأ .

لكن ديراك ذهب الى ابعد من ذلك وتنبأ بأن معادلته تشير الى ان « طرود » الطاقة اذا تجسدت في جسيمات ، فان وحدة الطاقة المناسبة لتخلق زوجا من الجسيمات .. أحدهما عدو أو نقيض أو مضاد للآخر .. فاذا نلنا بعد ذلك ، فلا بد ان يتخلينا عن صفتهما المادية ويعودا سيرتهما الأولى .. اي الى موجات من جديد . ولقد حدد ديراك ان وحدة او باقة من الطاقة لا تقل عن 1.02 مليون اليكترون - فولت عندما تصطدم بهدف مادي ، فانها تتوقف بعد ان كانت تنظر بسرعة الضوء . وتوجد في نيجاترون Negatron ( اي الجسيم الذي يحمل شحنة كهربية سالبة ونعرفه باسم اليبكترون ) وفي بوزيترون Positron ( اي الجسيم الذي يحمل شحنة كهربية موجبة ) .. والواقع ان هذين الجسيمين متشابهان تماما من حيث الكتلة ومن حيث مقدار الشحنة الكهربية والمجال المغناطيسي والدوران .. الخ ، لكن كل شيء من هذه الصفات يظهر معكوسا .. فاذا دار النيجاترون يمينا ، دارالبوزيترون يسارا ، واذا حمل هذا شحنة موجبة ، جاء الآخر بشحنة سالبة ، واذا اتجه هذا في المجا المغناطيسي الى اليمين ، اتجه الآخر الى اليسار .. وباختصار فنحن امام عالين متشابهين ، لكنهما - على مستوى الجسيمات الذرية - متناقضان ، وكأنما تبرز امامنا فكرة الصورة « النيجاتيف » (على الفيلم) والصورة «البوزيتيف» (على الورق الحساس) .. فاليمين في هذه ، يسار في تلك ، والابيض هنا ، اسود هناك .. وهكذا لاحظ ان التناحورن والبوزترون مشتقان من النيجاتيف والبوزتيف) .

[illegible]

كل هذا كان كلاما على ورق .. أو معادلات منشورة في بحث مركون على رف .. ولن يكون لذلك قيمة ما لم تتحول الفكرة الى واقع، والمعادلة الى تجسيد .. فهل تحقق من تلك النبوءة شيء ؟ قد يفد ؟

**بالتأكيد** ! .. فبعد أربع سنوات اكتشف العلماء مسارين متضاربين لجسيمين عادت بهما الواح حساسة من طبقات الجو العليا ، ولقد عكس مسارهما المجال المغناطيسي المثبت في جهاز خاص للدراسة الأشعة الكونية في طبقات الجو العليا . ويدراسة هذه المسارات دراسة وافية ، ثبت أنها لا بدع مجالا للشك ان بعض ظروف الطاعة التي اندمجت الي غلافنا الهوائي مع الأشعة الكونية قد اصطلحت بهدف مادي ، وتحصدت على هيئة اليكترون والبيكترون تقبض ( بوزيترون ) .. لكن الأخير تخلى عن صفته المادية في لحظة خاطفة عندما اصطلحم بأحد الليكترونات ، فعادا الى طبيعتهما الأولى .. اي الى ومضتين ضوئيتين .

وبعد الحرب العالمية الثانية توصل العلماء الى تجسيد الطاقات التي تندفع بها الجسيمات بسرعة فائقة في المجالات الدرية الجبارة التي تصل طاقتها الى عدة آلاف الملايين من الاليكترون فولت .. وفيها ظهرت جسيمات أكبر مثل البروتون ونقيضه ، والنيوترون ونقيضه .. ويعنى هذا انه أصبح بالإمكان تجسيد كل الجسيمات الاساسية التي تدخل في تكوين الذرات مسع جسيماتها النقيضة .. لكن النقيض - كما ذكرنا - لا يمكن أن يعيش في عالمنا ، لأن طبيعته معاكسة تماما لطبيعة جسيماتنا التي تكون مادة هذا الركن من الكون العظيم .. ومن الامور المثيرة حقا ان العلماء قد توصلوا الى تطبيق ذرة ايدروجين نقيضة \* ( اى بروتون سالب والليكترون موجب في حين ان ايدروجين عالمنا يتكون من بروتون موجب والليكترون سالب ) .. لكن ذرتنا النقيضة لم تتمر لحظة من زمن ، اذ سرعان ما تلاصقت مع مادة عالمنا ، فافنى كل جسيم جسيمه النقيض ، وتحررا من صورتهم المادية ، لنطلقا على هيئة موجات كهرومغناطيسية لكن .. ماذا يعنى كل هذا ؟

يعنى في المقام الاول ان معادلات ديراك قد تحققت كما تحققت معادلة البرت اينشتاين .. فالاولى تثبت بإمكان تجسيد الطاقة في جسيمات وجسيمات نقيضة ، وصحت نبوءتها ، والثانية تثبت بتحرير المادة وتحويلها الى طاقة ، وصحت نبوءتها ايضا ، وهذا يعنى حقا ان المادة والطاقة وجهان لشيء واحد .

ويعنى التجسيد - في المقام الثانى - ان الكون ربما يكون قد بدأ بدايته من طاقات « نورانية » جبارة ، ومنها تجسدت جسيمات نقيضية ، ثم تسططت عليها قوى كويبة - لا نعرف كنهها - لتعزل النقيض عن نقيضه ، ثم تجمعت الاليكترونات والبروتونات والنيوترونات ليتكون منها ذرات عوالم مثل ذرات عوالمنا ، وفي الوقت ذاته تجمعت الاليكترونات النقيضة ( البوليكترونات ) مع البروتونات النقيضة مع النيوترونات النقيضة لتظهر بها ذرات عوالم نقيضة .. وهى عوالم لا تختلف عن عوالمنا في الظاهر ، لكن كل شيء في بنائها المادى قد أصبح معكوسا بالنسبة لعالمنا .. فالماء مثلا يتكون من ايدروجين واوكسجين ، وليس ما يمنع اطلاقا من اتحاد الايدروجين النقيض مع الاوكسجين النقيض في العالم النقيض ، ليتكون الماء النقيض ، الذى تمش فيه مخلوقات مائية نقيضة - ربما تشبه مخلوقات عالمنا ، او قد تنشأ فيها كائنات عاقلة نقيضة ! .. لكننا لو فرضنا ووضعنا قطرة من ماء عالمنا على قطرة من ماء العالم النقيض ، لحدث ذلك انفجارا عاتيا ، ولانطلق ضوء ساطع ، ولانبثق سيمر هائل ، وبهذا تختفي القطرتان تماما ، وتحول مادتهما الى موجات كهرومغناطيسية بأسرها شديد .

والواقع ان موضوع العوالم والعوالم النقيضة Worlds and Antiworlds من اعظم الموضوعات اثارة في مجال العلوم الحديثة .. لكن الذى يهمنا هنا - خصوصا بعد ان توصل العلماء الى تجسيد الطاقة - ان الانسان لو استطاع ان يتوصل الى طريقة فعالة لبحرر بها المادة من تجسيدها ، ويحولها الى موجات ، فانه يكون قد توصل بالتاكيد الى منابع لا تنضب من الطاقات .

\* بعد الانتهاء من كتابة هذه الدراسة ، تبين ان العلماء قد توصلوا ايضا الى تطبيق ذرة ايدروجين في مجالات ذرية ذات طاقات اصغر .. ولهذا ازم التنويه .

ورب متسائل يسأل : ولكننا نحصل على الطاقة النووية من خلال عملية تحويل المادة الى طاقة عن طريقين : طريق انشطار نوى اليورانيوم ، او طريق التحام ذرات الإيدروجين الثقيل في درات اعقد .. وبهذا يختفى في تلك العمليات جزء من المادة ، لظفر على هيئة طاقة .

وهذا صحيح .. لكن المادة هنا لم تتحول بما الى طاقة .. ففي عملية الانشطار او الالتئام ، لا يختفى الا جزء ضئيل جدا من المادة ، وقد لا يزيد هذا الجزء عن ٠.١٪ من المادة الاصلية .. ولكن ما نرمي اليه هنا ان تكون كفاءة هذا التحول بمعامل يصل الى ١٠٠٪ ، ولن نتأني ذلك الا باطلاق جسيمات المادة على جسيمات المادة النقيضة ، وهنا تختفى المادة تماما ، وتبدو لنا بوجهها الآخر الذي ينطوي على قوى وطاقات تفوق خيالنا .. فهل سيتوصل العلم الى هذا الهدف يوما - حتى ولو كان هذا اليوم بعيدا ؟ ..



### وللطاقة كمياتها ودرجاتها

من اعظم العلماء الذين كانت لهم على العلم ايداء بيضاء منذ نهاية القرن الماضي ، وبداية هذا القرن - العالم الفيزيائي الشهير **ماكس بلانك** صاحب نظرية الكم Quantum Theory التي تناولت الطاقة بالتحليل من خلال معادلات رياضية وضحت لنا اسرار هذا الوجه الآخر للمادة .. فكما ان للمادة وحداتها التي لا يمكن ان توجد الا على هيئة كيانات صحيحة ، كذلك ايضا كانت وحدات الطاقة ، فنحن لا نستطيع ان نقول ان لدينا خمس وحدات ذرية ونصف ، او عشر وحدات ورابع ، لانه لا يوجد شيء اسمه نصف او ربع او سدس ذرة ، فاذا انشطرت الذرة الى نصفين او اكثر ، فان ذلك لا يعنى ان تبقى الانصاف على حالها ، بل تتحول في اللحظة ذاتها الى وحدات اصغر من ذرات متكاملة ، وكذلك الحال ايضا مع الجسيمات التي تتكون منها **الذرات .. فهي ايضا على هيئة وحدات مستقلة بحيث لا يوجد فيها ما يمكن ان يكون نصف اليكترون ، او ثلث بروتون ، او ربع نيوترون .. الخ ، بل كل وحدة جسيمية تبقى على حالها متكاملة ، فاذا حدثت وفنفت البروتون مثلا الى اجزاء ، فانه يتحلل الى وحدات اصغر من ميزونات وبوزيترونات ونيوترينو وموجات من الطاقة .**

وعلى الوتيرة نفسها ذهب **ماكس بلانك** الى اعتبار ان الضوء او اية اشعاعات او موجات اخرى من الطاقة ليست الا نبضات تتدفق كوحداث متكاملة اطلق عليها اسم كوانتا Quanta اى كميات محددة من الطاقة تجري بسرعة ثابتة تصل الى ٣٠٠ ألف كيلو متر في الثانية الواحدة على هيئة باقات او طرود او قسبات او **فوتونات** Photons ( و **الفوتون** هنا يعنى ايضا وحدة ضوئية واحدة ، وكلمة فوتوغرافيا تعنى التصوير الفوتونى او الضوئى ) ، وكل هذه الوحدات تتجمع في عائلة تعرف باسم الموجات الكهرومغناطيسية .. فكلها ذات طبيعة واحدة ، وان اختلفت شدتها ما بين فوتون وفوتون .. ولا يمكن لهذه الوحدات ان تنشطر ، ليكون هناك نصف كوانتم ، او ثلث فوتون ، او ربع باقة من الطاقة ، بل ليكون هناك فوتون اقوى من فوتون بمرتبتين او عشرة او الف او مليون او بليون .. وهكذا .

ولكى نأخذ فكرة مبدئية عن مسألة هذه الباقات او الفوتونات او وحدات الطاقة ، فعلينا ان نذكر ان الارج الواحد يحتوى على ما يقرب من ٢٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون او وحدة ضوئية من وحدات الضوء البنفسجي ، او على ٤٠٠.٠٠٠.٠٠٠.٠٠٠ فوتون من الضوء الاحمر ، او ما

بين ذلك تكون مقادير فونونات ألوان الطيف الأخرى .. اصف الى ذلك ان الطاقة التي تبذلها للضغط على حرف واحد من احرف الآلة الكاتبة لتكتب هذا الحرف تصل الى مليون ارج ، وبعملية حسابية بسيطة يتضح انه يلزم لانمام هذا الجهد الضئيل ما يقرب من ..... ٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ كواتا أو وحدة طاقة ( الواقعة في النفسجي ) ولا شك ان العين عندما ترى الصور فانها لا بد ان تستغل طوفان من هذه الجهدات في حياتها .  
ولهذا قصة أخرى مع العين والمخ ، وسوف تعرض لها في حينها .

والواقع ان معظم ما يجرى في عالمنا من أحداث ، انما تحكمه تفاعلات تتم بين عوالم مختلفة من الموجات التي تنطلق على هيئة طرود دقيقة من الطاقات ، وبين عوالم من الاليكترونات التي تدور حول نوى ذرات المادة كسحب كهربية . . فعندما يندفع فوتون بسرعة الضوء ليصطدم بأحد هذه الاليكترونات فانه قد « يركله » ركلة شديدة بحيث يخرجها من مداره ، او قد يدفعه لكي يدور في مدارات اوسع ، وهو لا يطوف فيها الا بالطاقات يحملها من الفوتونات حملا . . وعلى حسب قدر الطاقة التي يتقبلها يتحدد مصيره في عالمه الذي ينتسب اليه ، مثله في ذلك كمثل من يصعد سلما ، او يقذف حجرا ، او يطلق قذيفة . . فالصعود الى ادوار اعلا واعلا ، يتطلب ان تبدل مجهودا اكبر واقل ، وكذلك الحال مع حجر او قذيفة او رصاصة ، ولكل عالم ما يناسبه من طاقات تدفعه . . لكن الذي يحكم مستوى الطاقات التي تحملها هذه الطرود او القبسات الضوئية تلك المعادلة الواضحة التي ، قدمها لانكسار بلانك والتي نكتبها هكذا :

$$C \times H = P$$

أي ان طاقة الكوانتم الواحد  $\equiv$  كمية ثابتة  $\times$  تردد الموجة في الثانية .

هذا والكمية الثابتة التي قدرها بلاك ( وسببت اليه فيما بعد على انها ثابت بلاك ) تساوي  $6.62 \times 10^{-34}$  جول . ثانية ، وبالإمكان الحصول على طاقة الكوانتا المختلفة اذا ما عرفنا قيمة ترددها Frequency في الثانية الواحدة . . نكلما كان ترددها اكبر ، دل ذلك على ان طاقتها اضعف ، وطول موجاتها اقصر . . فطردو الطاقة التي تكون الاشعة البنفسجية اقوى من مثيلتها في الاشعة الحمراء ، ذلك ان الاولى تتردد بمعدل  $7.5 \times 10^{14}$  مرة في كل ثانية ، والثانية نصف هذا المقدار بالتقريب ، وعندئذ فان طاقة كل فوتون في الاشعة البنفسجية تساوي على حسب المعادلة السابقة حوالى  $4.9 \times 10^{-19}$  جول . ارجح ان ثابت بلاك في معدل تردد الموجة في الثانية ) . . وطاقة كل فوتون في الاشعة الحمراء تساوي تقريبا نصف هذا المقدار .

**Gamma Rays** ونحن نخشى الاشعة فوق البنفسجية ،والاشعة السينية، وأشعة جاما المصاحبة لتفجير القنابل الذرية،والاشعة الكونية،لأن طرود الطاقة فيها ذات بأس شديد ، والواقع أن كل هذه الإشعاعات الممطرة تنطلق دائما في الفضاء ، ولا شك ان فعلها مدمر على الحياة ، ولولا ان حبل بيننا وبينها « بمظلة » واقية من جزئيات الهواء في طبقات الجو العليا لتنتلق نيابة عنا ضرباتها القاصمة ، لما قامت على هذا الكوكب حياصة لى كائن حي ، فسلوكمها مع الدرات والجزئيات التي تدخل في تكوين خيلانا ،سلكوك الحياصة والشظايا التي تنطلق كوابل منهم على البشر ، فتفقد هذه طبيعة الدرات او تفتتها وتعيد اولئك البشر وقتلتهم !

ولا شك اننا نسمع دائما من محطات الاذاعة ان الارسال سيستمر على موجة قصيرة طولها - على سبيل المثال - ثلاثون مترا ، او متوسطة طولها ٣٠٠ مترا ، او طويلة قد تصل الى ٣٠٠٠ مترا ، فان ذلك يعنى ان هناك كميات محددة من الطاقة تثار بها اليكترونات ، فنغفر من مدارها الى مدارات اعلا ، وعندما تنفجر عائدة الى مدارها ذي الطاقة الاقل ، فلا بد ان تتخلص مما حملت ، فينطلق منها حملها على هيئة طرود من موجات كهرومغناطيسية .. ولكل موجة تردد خاص : وليكن طاقة تتوقف على شدة اهتزاز الاليكترون بما حمل ، ولهذا فان فوتونات الموجة القصيرة تتردد بمعدل يصل الى حوالى ١٠ مليون تردد في الثانية ، والمتوسطة الى مليون ، والطويلة الى مائة ألف .. وهكذا .

وعلى الجانب الآخر ثمة فوتونات الاشعة الكونية او اشعة جاما .. فهذه قد تتردد بمعدل يصل احيانا الى ٢٢٠ تردد في الثانية الواحدة ( اى واحد على يعينه ٢٢ صفرا .. او مائة الف مليون مليون مليون ! ) .. وهذا يعنى انه اقوى من الضوء العادى بحوالى مائة مليون مرة .. وثانى بعد ذلك الاشعة السينية المدمرة التى يصل تردد موجاتها الى ٣٠١٠ او ٢١١٠ مرة في الثانية .. والاشعة فوق البنفسجية من ١٦١٠ - ١٨١٠ مرة / ثانية .. حتى اذا ما وصلنا الى الاشعة البنفسجية \* بدأت عيوننا تتقبل موجاتها و تراها ، لانها تقع في الحدود المرسومة لمدى ابصارنا .. فنحن لا نرى الا في حدود موجات لا تنقص اطوالها عن ٤٠٠ مللى ميكرون ( المللى ميكرون = جزء من مليون جزء من المليمتر ) ، ولا تزيد عن ٧٠٠ مللى ميكرون .. فنحن لا نرى الاشعة فوق البنفسجية لان شدة ترددها تقع فوق حدود العين ، او ان طول موجاتها اقصر من ٤٠٠ مللى ميكرون ، او ان فوتوناتها تحمل طاقات اقوى ، وقد تؤذي عيوننا لو استقبلت منها جرعات كبرى .. فعيوننا لا تتأثر بموجات اطول من ٧٠٠ مللى ميكرون ( وهى حدود الاشعة الحمراء التى نراها كالوان حمراء ) ، ولهذا فلا يمكن ان ترى بها .. لكن ليس معنى ذلك ان الطبيعة قد استغفلت وسائلها ، فليست العين البشرية هي الوحيدة على هذا الكوكب بل هناك عيون اخرى تستطيع ان ترى بالاشعة فوق البنفسجية ، واخرى تبصر في الظلام الدامس بالاشعة تحت الحمراء ! .

ان التفاعل الارلى بين طرود الطاقة وبين جسيمات وذرات وجزيئات المادة هو الذى مهد لظهور الحياة على هذا الكوكب ، وهو الذى ارسى قواعد التوازن بين ما تتقبله المادة منها ، وما تتخلى وتسعه بعيدا من تكوينها .. فعندما تصطدم الكواكب او تلك الكميات الضئيلة المحددة من الطاقة بجسم مادي ، فانها تتوقف ، وفيه تختفى ، لكنها لا تضعى ، بل تؤدي عملا ، كان يقوم مثلا بعقد « الصفقات » الاليكترونية بين ذرة وذرة ، او جزيء وجزيء ، وذلك من خلال عملية تنشيط بالطاقة التى تخلت عنها لعالم المادة ، والتنشيط يؤدي الى حركة ، والحركة الى روابط تؤلف بين الذرات والجزيئات ، لتنشأ منها مجتمعات اكبر ، وبنابات امعد ، هى التى تظهر في النظم الحية على هيئة بروتينات ودهون وسكريات معقدة ، وغير ذلك من ملايين المركبات التى ترتابط بالطاقات ، فاذا تفككت روابطها ، انطلقت منها الطاقات وتحجرت ، لتظهر في صور اخرى ، وهذا ما سنعرض له بالتفصيل عندما نقدم نموذجين بيولوجيين يوضحان رحلة الطاقة بين شمس ونبات وحيوان .

\* وهى اقصر موجات الضوء المنظور ، ولهذا كانت اشد ترددا ، واكبره طاقة ، هذا ويغفر تردد الضوء العادى في حدود ١٠١ تردد في الثانية ، ويتكون من سبعة الوان من الطيف .



لكن المادة عندما تقبل طرود الطاقة ، فإنها لا تحتفظ بها كما هي ، بل تستعيد منها بنصيب ، وتخلص من نصيب آخر ، فتشعه على ما حولها .. لكن ليس معنى ذلك ان الباقية او الطرد او الكوانتم من الطاقة قد نجرا الى جزئين بحيث يستفيد التكوين المادى بجزء ، ويشع جزءا آخر ، بل يعنى انه دخل بقدرة من الطامه اكبر - وخرج بقدرة اصغر ، والفرق بين ما دخل وما خرج مد احتفظ به التكوين المادى بصوره او باخرى .. مثله في ذلك كمثل رصاصه تنطلق بشدة نحو اسنان ، فتدخل من ناحية بقوة ، ويخرج من الناحية الاخرى بقوة اخضعف ، والفرق بين طاقتها قد نحول الى هدم وبرف ودمير .. اى انه قد ترك على هذا النظام الانسانى بصماته .. لكن هناك فرقا بين طاقه تنطلق بها رصاصه او يندفع بها كوانتم .. ذلك لان الكوانتا لها طبيعه مختلفة ، ولهذا كان لا بد ان نستخدم معها لغة اخرى ، فنقول ان الكوانتا تدخل المادة بموجات اقصر ، او تردد اكبر ، وطاقة اخضعف ، وتخرج منها بموجات اطول او تردد اصغر ، وطاقة اقل ، والفرق يظهر في كوانتا اخرى لتقوم بشغل او عمل او حركة او ارباط الكترونى .. الخ .

فالارض مثلا تستعمل من الشمس طافات هائلة ( لكنها بالنسبه لما تطلقه الشمس ليست شيئا مذكورا ) ، ولو احتفظت بكل ما يصل اليها ، لاصبحت سعيرا رهيبا ، لكن الامور تسيير بحساب ، ونجرب بمقدار .. فمن الشمس تنطلق كل انواع الموجات الكهرومغناطيسية ، بداية من الموجات القصيرة جدا ، الى الطويلة جدا ، وما بين هذه وتلك تكون موجات الضوء والحرارة ، ولا بد من تصميم يبعد بيننا وبين طرود الطاقة ذات الموجات القصيرة للغاية ، فيها قدرات هائلة لو انها تسلطت علينا لاهلكتنا ، لكن حمدا لله ان اقام في الفضاء « مرايا » عاكسة غير منظورة ولا محسوسة ، تقوم على شكل احزمة خاصة تمتد الى مئات وآلاف الالميل على هيئة مجالات كهرومغناطيسية تبدأ من قطبي الارض وتحيط بها وتقف كالحارس الامين الذى يوجه حوالي ٣٠٪ من الاشعاعات الشمسية المتدفقة الينا ، ويغير مسارها ، ويشتمتها في الفضاء مرة اخرى .. والواقع ان هذه النسبة المشتتة يكمن فيها البلاء ، ويجرى في ركابها الموت والدمار .. فالكوانتم الواحد منها قد يحمل في طياته طاقة اقوى بملايين وبلايين المرات من طاقة وحدات الضوء ( الفوتونات ) التى تستقبلها عيوننا ، وبها نرى عالمنا .

ثم تقبل ارضنا مع غلافها الهوائى من الطاقة الشمسية النصيب الاوفى ( اى حوالى ٧٠٪ ) .. لكن جزيئات الهواء في طبقات الجو العليا تقف بدورها لتتلقى نيابة عنا ضربات الاشعاعات ذات الباس الشديد ، تمتص جزءا كبيرا من طاقاتها الهائلة ، وبهذا تتحول الاشعة القاتلة من موجات ذات تردد عال او طاقة اكبر الى اخرى ذات طاقة اقل ، او موجات حرارية اطول ، وبعدها يدخل الى ارضنا جزء من طاقة مناسبة ، وينعكس جزء آخر ليعود الى الفضاء ، وكأنما الغلاف الهوائى في طبقاته العليا قد اصبح بمثابة مرشح كوني عظيم ليصفى ما يصل الينا من ادران الاشعة الشمسية واخطارها ، وبما تستقيم به الحياة على كوكبنا ، وليصبح ايضا بمثابة الغلالة التى تحميها وتضع الدفء في جنباتها .

واذا كان تفاعل الطاقة مع المادة عملية مستمرة ومتقنة وموزونة لكى تتوازن بها الحياة على ارضنا ، فان هذا التفاعل ذاته قد تسلط على كوكبنا منذ آلاف الملايين من السنين ليصل بين شتات جزيئاتها المتساردة ، ويؤلف بينها ، ويحولها من صورة الى اخرى ، لكى تصبح صالحة لبناء الخلية الاولى التى اشتق منها بعد ذلك كل هذ الطوفان الحى من المخلوقات .. وعلينا اذن ان نعرض باختصار لهذا الحدث الهام الذى هيا الارض لظهور الحياة .

### الطاقة .. وجزيئات الحياة الأولى

رغم أن قصة ظهور الحياة على هذا الكوكب مشيرة وطويلة ، إلا أن أهم حدث فيها ، قد جاء نتيجة لتفاعل عنيف بين سيل منهمر من طاقه جبارة وبين جزيئات بسيطة مشردة من المادة ، ولقد كان جو هذا الكوكب في الأزمنة الفائرة غير جوه بعد أن نشأت عليه الحياة ، وكانت بحاره وتضاريسه تختلف اختلافا هائلا عما نراه الآن .. ففى أجوائه القديمة - التى يرجع تاريخها الى أكثر من أربعة آلاف مليون عام - انتشرت غازات سامة وخافه مثل الامونيا ( النوشادر ) والميثان والاندروجين ، وعليها نسلطت ينابيع طاقة تأتيها من فوفها ومن تحتها ومن بينها .. فاما التى جاءت من فوقها ، فكانت اشعة كونية وسمسية بها تركيزات عالية من اشعة جاما والاشعة السينية ( اشعة اكس ) والاشعة فوق البنفسجية . واما ما جاءها من تحتها فكانت مما نطلقه المواد المشعة من طاقات بأسها شديد ، واما الذى جاءها من بينها فكان من التفريغ الكهربى بين أرضسها وسحابها ، او بين سحابها وسحابها ، فيتحول هذا التفريغ الى برث وحرارة ، ليتخليا عن طاقتهما الى جزيئات ذلك الجو الكثيب الذى يدثر الأرض بغلالة قائمة من ابخرة كثيفة حجبت نور الشمس من الوصول الى سطحها عشرات ومئات الملايين من السنين ، وكان لا بد من حدوث ما ليس منه بد ، فهذه الطاقات الهائلة التى ضرب جزيئات المادة ليل نهار - ولحقب طويلة جدا من الأزمنة - لم تذهب سدى ، بل هيأتها ونشطتها ودفعها دفعا للدخول فى سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية التى استمرت ربما الفمليون عام او يزيد ، وكانت النتيجة - باختصار - أن تحولت نسبة من الجزيئات غير العضوية الى جزيئات عضوية شتى ، وغسلتها مياه الامطار ، واعادتها الى البحار ، وخرج غيرها الى الهواء ، وانطلقت الطاقة ، وتكررت الامور ملايين وبلايين المرات ، وتركت المادة العضوية على سطح الأرض .. بسيطة فى أول الامر ، ثم تفاعلت جزيئاتها وتطورت وسعدت ، وينابيع الطاقة نقلها ذات اليمين وذات اليسار ، وكاننا نحن أمام « طبخة » كونية هائلة تجرى على سطح الأرض وفي جوها لمئات الملايين من السنين ، حتى نضجت واستوت على هيئة جزيئات عملاقة تجمعت بدورها وتفاعلت ، وعلى نفسها اعتمدت فى اطلاق الطاقة ، وبها دارت آلية الحياة .. بطيئة فى أول الامر للغاية ، ثم أسرع معدلها شيئا فشيئا ، وانبثق من كل هذا الخلية الأولى التى أصبحت بمثابة « آدم » الخلايا .. لكنها لا زالت خلية بدائية ، واتسمت وتكاثرت وتوزعت وتحملت كل الظروف القاسية التى كان يتعرض لها جو هذا الكوكب وسطحه ومائه - وبدأت عمليات التطور والصلب والتهديب فى جزيئات الحياة الوراثية ، ولا زالت الاشعة بطاقتها المختلفة تلعب دورا أساسيا فى تحويل الخلايا من خلال معلوماتها الوراثية الكيميائية ، وبهذه العملية المستمرة تنوعت الخلايا فى ميكروب واميبا ونبات وحيوان وانسان ، ورغم أن الخلايا مختلفة فى الشكل وفى الوظيفة ، إلا أنها جميعا قد نشأت من خلية واحدة .. سواء كان ذلك فى الأرحام على هيئة خلية أولى ملفحة ، او كان ذلك فى « رحم » الأرض عندما تمخضت عن بادرة الحياة ممثلة فى الخلية البدائية الأولى .

والواقع أن مثل هذه التفاعلات التى لعبت فيها الطاقات دور الوسيط بين الجزيئات ، ودفعتها الى سلسلة من الارتباطات الإلكترونية التى لن تتوقف أبدا على هذا الكوكب - يمكن اليوم محاكاتها فى معامل العلماء وتحت الظروف نفسها التى تعرضت لها الأرض منذ آلاف الملايين

**من السنين .. ومن اولى هذه التجارب ما قام به دكتور ميلفين كاليفين** Melvin Calvin **ومساعدوه في جامعة كاليفورنيا** ، ففي عام ١٩٥١ وجهوا الاشعاعات ذات الطاقات العالية الناتجة من أحد المفاعلات الذرية على وعاء به ماء وباني أكسيد الكربون ، وحصلوا من ذلك على كميات معقولة من الفورمالين وحامض الفورميك ، ويعني هذا أن الطاقة قد حولت الجزيئات من صورتها غير العضوية الى صورتها العضوية ، ويعني أكثر ان الفورمالين هو البداية التي يمكن ان يتخلق منها جزيئات سكر الجلوكوز ، وهذا السكر بدره هو وقود الحياة الذي تعتمد عليه معظم المخلوقات .

**وفي عام ١٩٥٣ قام ستانلي ميلر** تحت اشراف **دكتور هارولد يوري** من **جامعة شيكاغو** بحلط مركبات الميثان والأمونيا وبخار الماء ( وهي المركبات الثلاثة البسيطة التي كانت - على الأرجح - سائدة في جو الأرض قبل ان تظهر عليها الحياة ) في وعاء ندور فيه لتتلفى « جرات » من الطاقة ناتجة من شرارات كهربيه تماثل التفريغ الذي يحدث في الجو ليؤدي الى برق ورعد ، وبعد حوالي عشرة ايام قام ميلر بتحليل الخليط ، فوجد فيه جزيئات من مركبات عضوية شتى ، وكان من أهمها بعض الأحماض الامينية ، وهذه بمثابة اللبنة الكيميائية الأولية التي تترايط في جزيئات اعقد ، فتؤدي الى تكوين البروتينات التي تهيم على عمليات الحياة في الكائنات .

**ثم تتابعت تجارب كثيرة على النمط ذاته ، مع اختلاف مصادر الطاقات وأنواعها ..** فمن طاقة حرارية الى فوق البنفسجية الى سينية .. الخ ، وتمخضت جميعها عن تكوين معظم الجزيئات التي تدخل في تأسيس حياة الخلية .. وبهذا أخرجت الطاقة جزيئات المسادة من « غفوتها » وخمولا ، واعطتها قوة دافعة ، لتتشق طريقها عبر ألفي مليون عام حتى يومنا هذا ، ولكن بعد ان تغير جو هذا الكوكب تغيرا جوهريا من خلال جزئى حيوى استطاع ان يقتنص الطاقة الضوئية ، ويخترنها في روابط الكترونية بين مركبات كيميائية ، ويسلمها بعد ذلك لعجلة الحياة لتدور بها قوة دافعة في انسان وميكروب ونبات وحيوان ولثلاث الملايين من السنوات الماضية ، وربما ايضا لمئات وآلاف الملايين من السنوات القادمة ، واولا هذا الجزئ الفريد لبقية الأرض عقيمة ، ولاستمر غلافها الهوائى محتفظا بغازاته السامة والخائفة ، ولسارت فيها الحياة بدائية مشردة في بضع انواع من الميكروبات التي يطيب لها الحياة في جو لو اننا تعرضنا له لبضع دقائق ، لوضع حدا لحياتنا ، لكن هذا الجزئ الهام قد غير الامور لصالحنا .

فالى صورة اخرى من صور اقتناص الطاقة الشمسية ، لتتحول في الكائنات الحية الى طاقات اخرى ، لها مع الخلايا دورات شتى .

• • •

### بطاريات حية دقيقة للطاقة النضوية

ما كان لهذا الكوكب ان يعمر بنا او بغيرنا لولم تنشأ عليه مصائد خاصة تستطيع ان تفتنص نرنا - ولو يسيرا - من الطاقة الشمسية ، ونختزن بطريقة فعالة ، حتى لا يضيع كل شيء في الفضاء هباء ، فماذا يفيدنا نحن لو جاءت الاشعة الضوئية والحرارية لتدفع الكوكب ، وترفع السحاب ، ونسقط الامطار ، ثم يضيع كل هذا دون ان نستفيد منه بما يكفى غذاء نملأه او ضرورا ؟ .. لو ان ذلك قد حدث ، لما كان هناك هدف ، ولاصبح كل شيء عبثا في عبث .

لكن الاسياء ظهرت بمواقيتها ، وكان لا بد من تهيئة الجو المناسب ، والبيئة الصالحة لانتشار بطاريات تسمية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون ادق واكفأ تصميم من « صنع الله الذي

ابتن كل شيء » ، لتستمر في أداء مهمتها دون حائل أو توقف طوال آلاف الملايين من السنين . وبهذا تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية هي التي تترابط بها جزيئات هذا الورق . وهى القوة المحركة التي ادارت الآلة فطيمت هذا الكلام، وهى التي حركت اصابع من جمع تلك الحروف ، ومن كتب اصولها ، وهى التي تحرك الآن ما يجرى في خلاياك لتفكر في معنى هذا الفسال ، ويعرف شيئاً من اسرار هذه الطاقات التي يدخل بصورة : وتخرج بصورة اخرى .

ولكل شيء اساس ، ولكل خلق بداية .. والبداية نظهر بسيطه ، ثم تتطور مع الزمن الى الاكثا والاحسن .. ولقد بدأت الجزيئات التي استطاعت ان تلتقط الطاقة الضوئية بدايتها البسيطة منذ اكثر من ١٥٠٠ مليون عام ، وهى مانعرتها الآن باسم جزيئات الكلوروفيل Chlorophyll التي تضى على النباتات لونها الاخضر ، ومنتشر في داخل بنات حية دقيقة بنظام خاص ، ولتصبح بمثابة بطاريات شمسية تعرف باسم البلاستيدات الخضراء Chloroplasts .. ولتقصد ظهرت اولما ظهرت في الطحالب التي عاشت - وما تزال تعيش - في المياه العذبة والمالحة ، لتصبح بمثابة المراعى الخضراء للكائنات المائية الحيوانية التي تكاثرت وتزعمت وتنوعت وتطورت في عشرات الالوف من الانواع التي انقرض بعضها ، وصمد بعضها الآخر لظروف الحياة الصعبة ، ثم استعفى حياته ليكون لنا ولغيرنا لحما طريا غذاء للاكلين .

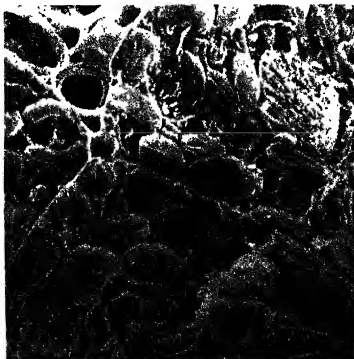
وتطورت الخلايا الطليبية البسيطة الخضراء ، وتعمقت في اشباب مائية ، وبعد مئات الملايين من السنين استطاع بعضها ان يهجر الماء ، ليعيش على الشاطئ ، وبه تكيف ونأقل ، واخذ يهاجر على اليابسة من موقع الى موقع ، وبدأ وجه الارض الكالغ يكتسى بالخضرة والمراعى والغابات ، وعليها ظهر طوفان من انواع الحيوانات ، وعلى مدى مئات الملايين من السنين دارت الحياة ببطارياتها ، واخذت تتناول كل عام بلايين الاطنان من مادة هذا الكوكب البسيطة الخام ، وتحولها الى حياء .. الحياة تعود الى الارض مية على هيئة خامات ، وفيها تحلل بجيوش من الميكروبات ، وتمتصها جذور النبات ، وتعيد بناءها الى حياء .. الحياة الى خامات .. الخامات الى حياء .. وهكذا تكررت الدورة بلايين البلايين من المرات ، ولا زالت تتكرر حتى يومنا هذا .

ويظهر هذه البطاريات الشمسية الطبيعية ( البلاستيدات الخضراء ) تغير جو الكوكب من صورته المختزلة Reducing Atmosphere التي لانساعد على الحياة ( اللهم الا لبعض كائنات لاهوائية دقيقة ) الى صورته المؤكسدة التي نعرفها اليوم ( اى ظهور الاوكسجين ) ، فحيث بدأ جو هذا الكوكب - على الأرجح - بغازات الامونيا والميثان والايديروجين وبحار الماء وربما كبريتيد الايديروجين ( وكلها غازات مميتة ) حدث فيه تغير تدريجى عندما بدأت النباتات الخضراء الدقيقة ( الطحالب ) تقوم بعملية التمثيل او البناء الضوئى Photosynthesis ، ومنها انطلق الاوكسجين شيئاً فشيئاً ، واكسد الغازات المختزلة فاخترت رويدا رويدا ، ثم انطلق الى طبقات الجو العليا ليلقى نياية عن الجزيئات التي نحتة ومن مخلوقات الارض تلك الطاقات الرهيبية التي تاتيها على هيئة اشعة فوق بنفسجية ، وعندما تقبلت جزيئات الاوكسجين صدماتها العاتية نشطتها وادخلتها في عمليات اتحاد وترايط ، لتتحول فيها نسبة من ذلك الغاز الحيوي الى غاز الازون ( ١٣ ) ← ١٢ - اى دخلت ثلاث جزيئات من الاوكسجين اى في تكوين جزيئين من غاز الازون اى ( ) الذي ينتشر في طبقات الجو العليا حتى يومنا هذا كطبقة عازلة بين اشعاعات منهرة ، ومخلوقات حية .

وهكذا يتضح لنا هنا ايضا كيف تتعامل موجات الطاقة مع ذرات المادة وجزيئاتها لتفاعلات مختلفة تنشأ منها الحياة ، ولقد استفاد علماء الكيمياء من ظاهرة تنشيط الضوء للجزيئات

الكيميائية لتدفعها الى الدخول في عديد من التفاعلات ، ومن هنا اطلقوا على هذا الفرع من فروع علم الكيمياء اسم الكيمياء الضوئية Photochemistry ، ولا يهم ان كان الضوء هنا منظورا او غير منظور - اى يقع فيما وراء حدود ابصارنا مثل الاشعة فوق البنفسجية او الاشعة تحت الحمراء .. الخ ، وكما جاءت الحياة ببطارياتها الشمسية الدقيقة الحية من قديم الازل لتقتنص الطاقة الضوئية وتحولها الى طاقة كيميائية مخزونة ، كذلك يخبر علماء الفيزياء ليستنبطوا الخلية الضوئية Photocell وهى التى تقوم باستقبال الطاقة الشمسية وتحولها الى طاقة كهربية او حرارية او اية صورة اخرى من صور الطاقة ، كما انها - اى الخلية الضوئية - تستقبل ايضا الموجات الكهرومغناطيسية غير المنظورة لعيوننا ، وتتفاعل بها ومعها ، وتحدد لنا مالا نستطيع ان نحدده او نشعر به ونراه .. لكن لا وجه للمقارنة بين ما صنعت عقولنا ، وبين ما صنع الله .

فالبطارية النباتية الدقيقة او البلاستيدة الخضراء تبدو تحت عدسات المجهر الضوئى كأجسام بيضاوية او عدسية صغيرة تتوزع في خلايا خاصة تعرف باسم الخلايا الخضراء Chlorenchyma ، وحيثما ما نشاهد هذه الاجسام وهى تدور في الخلية مع مادة الحياة ، ثم وهى تتقلب لتستقبل الطاقة الضوئية على جوانبها المختلفة .. هذا ويبلغ طول كل قرص او بطارية حوالى خمسة اجزاء من الف جزء من المليمتر ، وسمكها ما بين جزئين الى ثلاثة اجزاء من الف جزء من المليمتر ، وتحتوى الخلية النباتية على اعداد متفاوتة من هذه البطاريات الدقيقة الحية تتراوح ما بين ١٠ ، ١٠٠ بلاستيدة خضراء ( شكل ٢ ) .



شكل ( ٢ )

قطاع في ورقة نبات كما يظهر مكبرا تحت عدسات الميكروسكوب وفيه تظهر البلاستيديات او « بطارياتنا » الخضراء الحية ( الاجسام البيضاوية ) التى تحول الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية لتبنى بها جزئيات الغذاء والكساء والدواء .. الخ .

ورغم أن هذه الاجسام الصغيرة بدو بسيطة وهى تسبح فى خلاياها ، ورغم انها تقوم بعملها دون ضجة أو ضوضاء ، إلا أن ظاهرها غير باطنها .. ففي داخلها بنىات جزيئية ، وتصميمات اليكترونية ، وتنظيمات هندسية بالغة الدقة والتعقيد حتى تنهيا لأعظم وأخطر عملية على سطح هذا الكوكب ، ولتكون الوسيط الحقيقى الذى يحول الضوء الى طاقة حياة تتجلى فى كل الخلايا - من أول الميكروب الى الإنسان .. ولقد أوضح لنا الميكروسكوب الاليكترونى جزءا كبيرا من التصميم الدقيق الذى قامت به هذه البطاريات وسارت فى طريقها المرسوم لتمنح هذا الكوكب كنوزا من الطاقة المختزنة ، ثم تعاون علماء البيولوجيا والكيمياء التحليلية والحيوية والفيزياء البيولوجية Biophysics على التعمق فى تحليل اجزاء تلك البطارية التى تقع فيما وراء حدود عيوننا الطبيعية « والصناعية » ( أى الميكروسكوب الضوئى والاليكترونى ) فإذا بنا نقف امام عالم مليء بالروعة والابداع ، ورغم ان تمريرنا المضمينة فى هذه البطارية الحية ترجع الى عشرات السنين ، ورغم ان حصيلتنا العلمية منها هائلة ، إلا ان كل أسرارها العميقة لم تتكشف لنا بعد ، اذ لو تكشفت ، لاستطعنا ان نحاكى الحياة فى فكرتها ، ونسيطر على تحويل الطاقة الشمسية الى طعام للافواه الجائعة !

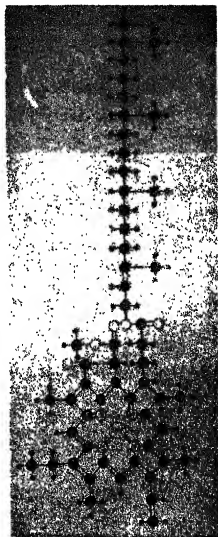
وبدون الدخول فى التفاصيل التى تحتاج الى اساس عميق فى علوم الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء ، نستطيع ان نقول ان البلاستيده اوبطارتنا الضوئية الحية بنابة صفرة مستقلة من داخل بنابة اكبر ( أى الخلية ) .. لكن البنابة الاصفر تتكون بدورها من بنىات ادق ، وتصميمات اضال ، لتبدو امامنا كطبقات او صفائح لاستطيع الصورة ان توضح معاملها الدقيقة ، رغم ان قوة التكبير فيها تصل الى حوالى ٣٢ ألف مرة ( شكل ٣ ) .



شكل ( ٣ ) بلاستيده أو بطارية ضوئية حية كما تظهر فى قطاع الميكروسكوب الاليكترونى على هيئة طبقات من فوق طبقات .. او صفائح حية جد رفيعة تتكون من بنىات من داخل بنىات لكن التكبير ( حوالى ٢٥ ألف مرة ) لا يستطيع ان يظهر تفاصيلها الدقيقة .

ومع ذلك ، فلقد استطاع العلماء ان يلتقطوا صوراً تصل قوة التكبير فيها الى اكثر من مائتي ألف مرة ، وعندما فحصوا تفاصيلها الدقيقة ، بين ان الصفائح بدورها ليست الا بنايات جزيئية عملاقة ( والوصف هنا نسبي ) تفاس اطوالها وسمكها بالانجستروم ( الانجستروم وحدة قياس ذرية وجزيئية تساوى جزءاً من عشرة ملايين جزء من المليمتر ) وفي هذه البنايات الذرية يتراعى لنا حفا جمال التنسيق ، وجلال البناء .. فجزئيات الكلوروفيل هي التي ستتفاعل مع وحدات الطاقة الضوئية ، ولا بد من تصميم خاص على مستوى بناء الجزيء ذاته ، ثم انتظامه بعد ذلك في صفوف مترابطة بين طبقات من بروتين ودهون ، الا اننا لم نستطع حتى الآن ان نتوصل الى معرفه التفاصيل الدقيقة لهذه البنايات الجزيئية ، ولماذا أخذت هذا الوضع ، او تراصت بهذا الترتيب .

فجزيء الكلوروفيل ( شكل ٤ ) يبدو امامنا وكأنما له رأس وذنب ، وتتمركز في الرأس ذرة ماغنسيوم ، وحولها بناية ذرية تتكون من نيتروجين وكربون وإيدروجين وواكسجين ..



شكل ( ٤ ) - هذا التنظيم الهندسي البديع نموذج لبنانية جزيئية تمثل جزيء الكلوروفيل المسئول عن اصخم عملية شم على سطح هذا الكوكب « لاصطياد » الطاقة الضوئية لتنطلق بها كل الكائنات الحية ( الجزيء يتكون من ذرات كربون تظهر كدوائر سوداء كبيرة ، وذرات إيدروجين كدوائر سوداء صغيرة ، وذرات أوكسجين كدوائر بيضاء ، وفي مركز « رأس » الجزيء ذرة ماغنسيوم Mg ، وحولها أربع ذرات نيتروجين N ) .

وحول نوى هذه الذرات تطوف الإلكترونات في مدارات ذات مستويات محددة من الطاقة ، وعندما تسقط الطاقة الضوئية على ورقة نبات ، تنهمر الفوتونات او الكوانتا ذات الطاقات المختلفة على الإلكترونات التي تدور في مداراتها الثانية ، وتتخلل لها الفوتونات من طاقتها التي كانت بها تجرى ، ويحمل كل إلكترون الطاقة الى أصابه حملاً ثقيلاً ، وبها يقفز من مداره الى مدار أعلى وأوسع ، وكأنها هو يخرج من ضنكه الى فرج ، لكن ذلك الحمل الثقيل لن يستمر طويلاً ، فبعد أقل من جزء من مائه مليون جزء من الثانية يعبر الإلكترون الذي « هاجر » ليعود الى موطنه أو مداره الاصلى ، وفي اللحظة ذاتها يتخلل عن الطاقة التي استقبلها ، فتفقد هذه الدورها عليها تهرب ، لكن هذا التشديد المنظم قد صمم بطريقة مده ليمنعها من الهرب ، والى هذه النقطة بالذات لانعرف يقينا ما يحدث بعد ذلك .. وكل ما نعرفه ان الطاقة تختفى فجأة في هذه الفترة الوجيزه للغاية والتي يطلق عليها فترة التفاعل الضوئي **Light Reaction** لتظهر في تفاعلات كيميائية تتم في الظلام **Dark Reaction** ، وتحول الى روابط اليكترونية - غنية بالطاقة - في جزيئات خاصة اسمها ثلاثي فوسفات الادينوسين ، وعندما تفرغ هذه الجزيئات شحنتها ، ينكسر الرابط الاليكترونى ، ويتحرك الجزء الى فوسفات وناتى فوسفات الادينوسين وطاقة متحررة ، ويعدا الثنائى الى البطارية الحية ويتحول الى ثلاثى ، وينطلق ليفرغ ، ويعود ليشحن .. وهكذا تتكرر عمليات الشحن والتفريغ ملايين البلايين من المرات في كل ثانية تمر من عمر ورقة نبات .. ومن وراء ذلك فوتونات ضوئية تثير الإلكترونات في ذراتها ، فتقفز من مداراتها ، وتخلق بذلك - في تلك البطارية الدقيقة - تيارا اليكترونيا ضعيفاً يترك جزيئات الكلوروفيل في وضعة خاطئة واليه يعود مرة أخرى .. وكأننا نحن امام اصابع كثيرة غير منظورة تنهمر على أوتار آلة موسيقية ، ليخرج منها نغم له معنى .. وكذلك تعزف الطاقة مع المادة لحن الحياة ، ليخرج من ذلك غذاء لبلايين البشر ، وملايين البلايين من الكائنات الاخرى التي تنتشر على هذا الكوكب !

والواقع ان النبات يستهلك في عملية البناء الضوئى غاز ثانى اوكسيد الكربون والماء ، وبالطاقة ينشق الماء الى شقين ، احدهما ايدروجين والاخر اوكسجين ، والغريب ان انشقاق الماء على هذه الصورة يحتاج الى درجة حرارة تصل الى حوالى ثلاثه آلاف درجة مئوية ، لكن بطارتنا تقوم بهذا العمل العظيم دون ضجة او ضوضاء .. ويتصاعد الاوكسجين الى الهواء ، ويتجه الايدروجين الى غاز ثانى اوكسيد الكربون ليختزله ( اى يزيح منه جزءا من اوكسجينه ويحل محله ) . ومن خلال سلسلة من العمليات الكيميائية المعقدة - التي لا تستمر الا نوان معدودة - نحصل على جزيئات سكر جاهزة ، بها طاقات مخزنة ، وقد تنطلق طاقتها بعد قليل ، او قد تختزن فيها الملايين السنين - كما هو الحال في الوقود الحفري الذى نستخلصه من باطن الارض على هيئة غازات طبيعية او فحم او بتروىل ، فعندما تحترق هذه بدورها ، فان ذلك يعنى اننا قد حررنا الطاقة الشمسية التي « اعتقلها » النبات في جزيئات كيميائية منذ عشرات أو مئات الملايين من السنين ، واحتفظت بها الارض في باطنها ، حتى نأتى لنستخرجها ونعدها سيرتها الاولى .. اى غاز ثانى اوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة ، لتعيد نباتات اليوم بناءها من جديد .

وبالرغم من ان النباتات الخضراء لانستهلك من الطاقة الشمسية الواصلة الى أرضنا الا حوالى ٠.٢٤ ٪ ( ربع في المائة فقط ) الا ان هذه النسبة الضئيلة تمثل لنا اعظم واكبر عملية انتاجية تتم على هذا الكوكب .. فالعالم النباتى **رابينوويتش Rabinowitch** يقدر ان كل





ثم دفنتها الأرض بين طبقاتها على هيئة حفرات غازية وصلية وسائلة ، وهو ما نطلق عليه اسم **الوقود الحفري** Fossil Fuels الذى يشكل الآن مخزوناً هائلاً تصل كمية الكربون فيه الى أكثر من ٥٠ ضعفاً من الكربون الموجود في كل الكائنات الحية على سطح هذا الكوكب .

ففي جوف الأرض تكمن جبال من الفحم النباتي والحيواني نصل الى حوالى ٧٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠ طن ، لم يستهلك منها حتى الآن سوى ٢٠٪ ، وبحار من البترول نستخرج منها في إيماننا الحاضرة ما يقرب من ١٣٠٠٠٠٠٠٠٠٠ برميل سنوياً ، وتزيد هذه الكمية بنسبة ٧٪ كل عام ، وهذا يعنى ان ما يحصل عليه الانسان سوف ينضاعف كل عشرة اعوام ، ومع ذلك فلا يزال لدينا مخزون يصل الى أكثر من ١٥٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ برميل ، لم نستهلك منه في كل السنين الماضية الا حوالى ٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ برميل ( اى حوالى ١٣ ٪ فقط من المخزون ) ، ومن الغازات الطبيعية ما يقرب من ١٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ قدم مكعب ( اى ١٠ كوادربليون ) ، لم نستهلك منها الا ١٥ ٪ .. وقد تزيد هذه التقديرات عندما يتوصل الانسان الى اكتشاف منابع جديدة باستخدام وسائل الرصد الحديثة .

**والواقع ان عملية تحويل الكائنات الميتة الى وقود عضوى عملية بطيئة جداً ، لكن اعطها عمراً ، تعطيك كميات هائلة من مصادر الطاقة تقدر ببللين البلايين من السعور الحرارية او الكيلو واط او الوحدات الحرارية البريطانية او القدرات الحصانية ، او غير ذلك من قوى دافعة لحضارتنا الحالية التى تتبع أساساً من بقايا طاقة شمسية اصطادتها النباتات القديمة ، وعاشت عليها الحيوانات القديمة كذلك ، وحفظتها الأرض في طبقاتها من التحلل حتى جئنا اخيراً لنستخرجها بعد عشرات ومئات الملايين من السنين على هيئة جزئيات مشحونة بطاقات .**

• • •

### « دينامو » الطاقة البيولوجية : الميتوكوندريون

الحياة التى تسرى في داخلنا ، كالحياة التى تجرى حولنا .. انها اخذ وعطاء .. هدم وبناء .. ارتباط وانفصال .. اكسدة واختزال .. تبسيط وتعقيد .. فقد اليكترونات او تقبلها ، اضافة أو كسجين او دخول ايدروجين .. الخ .

والواقع ان عمليات الحياة تقوم أساساً على أمرين رئيسيين : اكسدة واختزال .. فالاكسدة تعنى ارتباط ذرة من اوكسجين او أكثر بأحد المركبات ؛ لكنها تعنى أيضاً ان تفقد الذرة او الجزيء اليكتروناً او أكثر .. فالإيدروجين مثلاً ذرة متعادلة ، لانها تتكون من نواة بها بروتون يحمل شحنة كهربية موجبة ، ويدور حولها اليكترون يحمل شحنة كهربية سالبة ، وهذه تساوى تلك تماماً ، ومن اجل هذا كان التعادل .. فاذا فقدت ذرة الايدروجين اليكترونها السالب اكتسبت صفة الايجابية وكتبها هكذا : بد + ( اى أيون ايدروجين موجب لانه فقد الشق السالب ) ، واذا فقدت ذرة الحديد المتعادلة اليكترونين تكتبها هكذا : ح ++ ، واذا فقدت ثالثاً أصبحت ح +++ ، واذا عادت اليها اليكتروناتها الثلاثة المفقودة بشحنات ثلاث سالبة ، فان هذه تظمس تلك ، وتعود الى ذرة حديد متعادلة « ح » ( رمز الحديد الكيميائي ) .

❖ **الواقع ان هذه العملية لازال سارية حتى اليوم ، ويقال انه يتكون منها سنوياً حوالي مليون برميل من الكائنات البحرية فقط التى تسقط الى القاع ، وتقع تحت ظروف مناسبة لتحتفظها من التحلل .**

الطاقة .. طبيعتها وصورها ومناهبها

فعملية البناء والنمو في الكائنات الحية تحتاج الى طاقة .. والنبات يستخلص طاقته الاساسية من الاشعة الشمسية ، وبها يتسحق جزيئاته ، ولا بد ان يستهلك جزءا منها في عمليات البناء والترميم والنمو والتنفس .. الخ والباقي يخزنه في سماره وبدوره وسيقاته وجذوره . وبأى الانسان والحيوان ليسطو على مخزون النبات ، ولكى يستفد من الطاقة الجبسية في الجزيئات ، فلا بد من وجود مرفق يحرقها او يؤكسدها لكى تتفك الروابط وينطلق ما حبس فيها من طاقات ، وكلما كان الاحتراق كاملا ، كانت الطاقة الناجمة ذات كفاءة عالية ( لانها بذلك تستفيد من تفكيك اكبر عدد ممكن من الروابط الالكترونية ) .

وكما جاءت البلاستيدات الخضراء في النبات كبطاريات دقيقة لتعتقل الطاقة ، جاءت ايضا الميتوكوندريا Mitochondria في كل الكائنات الحية - من نبات وحيوان - لتحرر الطاقة في عمليات احتراق يلعب فيها الاوكسجين دورا هاما .. فكما أن آلات الاحتراق والافران لا تشتعل بدون هواء يغذيها ( الاوكسجين هو الاساس ) ، كذلك لن تشتعل جودة الحياة في المخلوقات بدون عملية تنفس تدخل فيها الاوكسجين ، كبداية ، وبخرج على هيئة نانى اوكسيد الكربون كنهاية ، ثم يصبح نانى اوكسيد الكربون في النبات كبداية ، والاوكسجين كنهاية .. اى ان البداية والنهاية تدوران في دورات لا تتوقف ابدا ، ولو توقفت لانت الحياة الى نهاية اكيدة .

فحيث يستفيد النبات بناف ثانى اوكسيد الكربون والماء والطاقة الشمسية في عمليات بناء الجزيئات العضوية ، كان لا بد ان ينتج معها « الشعلة » الخفية التى تحرقها وتؤكسدها ونهدها ، ثم تعيدها سيرتها الاولى .. اى غاز ثانى اوكسيد الكربون وبخار ماء وطاقة كيميائية يستفيد بها الكائن الحى في حياته .. وعلى هذا الاساس كانت هناك دورتان متلازمتان ، يمكن التعبير عنهما بمعادلتين اساسيتين مبسطتين :

( ١ ) نانى اوكسيد الكربون + ماء + طاقة ضوئية ← سكر جلوكوز + اوكسجين  
بناء في  
النبات

( ٢ ) سكر جلوكوز + اوكسجين ← نانى اوكسيد كربون + ماء + طاقة كيميائية  
هدم السكر في  
خلايا الحيوان والنبات

والواقع اننا نستطيع ان نحرق كيلو جراما من السكر ، لينحول الى دخان وبخار ماء ، وطاقات حرارية ، وكلما كان الاحتراق تاما وكاملا ، فان الدخان يخفى ، ويحل محله نانى اوكسيد الكربون . وتنطلق طاقة اكبر ، لكننا لا نستطيع ان نستفيد بهذه الطاقة بالكفاءة ذاتها التي صممها الحياة من اجل كائناتها .. فمن المبادئ المعروفة والمميزات المطلوبة في اية آلة من الآلات ان تستفيد من الطاقة المتحررة بأعلى كفاءة ممكنة ، ولهذا فان الانسان لم يتوقف عن السعي لافتن تصميمااته ، وتطوير آلاته ليستفيد باكثر قدر من الطاقة ، ومع التقدم الكبير الذى وصلنا اليه في هذا المضمار ، فاننا لم نستطع ان نتوصل الى ما وصلت اليه كفاءة الآلة الدقيقة التي تدبر الخلية الحية .. فالنسيج .. فالعضو .. فالكائن الحى .. انسانا كان ذلك او حيوانا او نباتا .. فرغم اختلاف الكائنات شكلا وطبيعة وتكوينها الا انها تشترك جميعا في وحدة واحدة .. هى وحدة الخلية .. ورغم اختلاف الخلايا كذلك من حيث الحجم والوظيفة والشكل ، الا انها تشترك في مرافق اساسية .. ومن هذه المرافق مرفق الطاقة ، والدينامو الذى يستخلصها من السكر ، ويشحن

بها بطاريات جزيئية أدى ، ونعرفه باسم الميتوكوندريون أو محطة القوى الخلوية التي تنتشر بالعشرات والمئات في كل خلية من الخلايا . وبكفاءة تفوق كل ما نعرفه عن إطلاق الطاقات في اختراعات الإنسان وتصميماته .

ومرافق الطاقة أو الميتوكوندريا - وهي كلمة يونانية من شقين : **ميتوس Mitos** بمعنى خيط ، و **كوندروس Chondros** بمعنى حبيبة ، أي الخيوط الحبيبية - قد لوحظت لأول مرة تحت عدسات المجهر كأجسام دقيقة ، لكن أحدا لم يعرف سر وجودها ولا أهميتها إلا بعد مزيد من الدراسات والفحص بالمجاهر الإلكترونية . . . وعندئذ وضحت الصورة البديعة لهذا البناء الذي لا يقل إثارة من بناء البلاستيدات في النبات . . لكن لكل منهما تصميمًا وهدفًا محددًا لينبذلا صفقات الطاقة .

والواقع إن الحياة لا تحبب أحدا ولا تجاهله . . فالكل سواسية فيما يحصلون عليه من طاقات ، ولهذا جاءت التصميمات لتساير ظروف الخلايا . . لا مستوى المخلوقات . ومع إن أشكال محطات القوى مختلفة ، وأحجامها متفاوتة ، وتفصيلها متباينة ( شكل ٥ ) إلا إن الفكرة فيها جميعا واحدة ووجودها واحد ، ونفايات احتراقها واحدة ، فإذا دفعنا إلى « أفراق » الحياة بالخامة المناسبة على هيئة سكر ، فإنها تتناوله في سلسلة من عمليات الأكسدة أو الاحتراق التي حيرت بأسرارها العلماء ردها طويلا من الزمان .



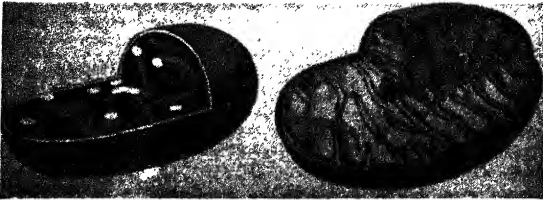
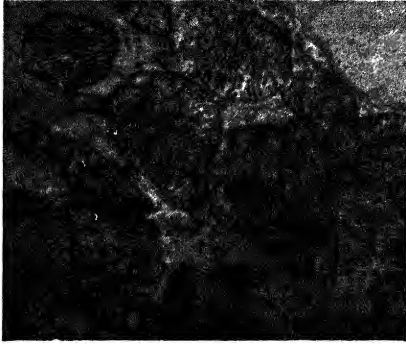
شكل ٥

شكل ( ٥ ) رسم توفيقى لثلاثات عديدة من الميتوكوندريا أو محطات استخلاص الطاقة البيولوجية الدقيقة كما شكلته منها الدراسات في الخلايا المختلفة ( لاحظ أن الميتوكوندريون ) الذي يزدهم بالأفشية أو خطوط التشغيل الخاصة بهم السكر يوجد في الخلايا التي تتطلب ينبوعا كبيرا من الطاقة مثل خلايا عضلات القلب ) .

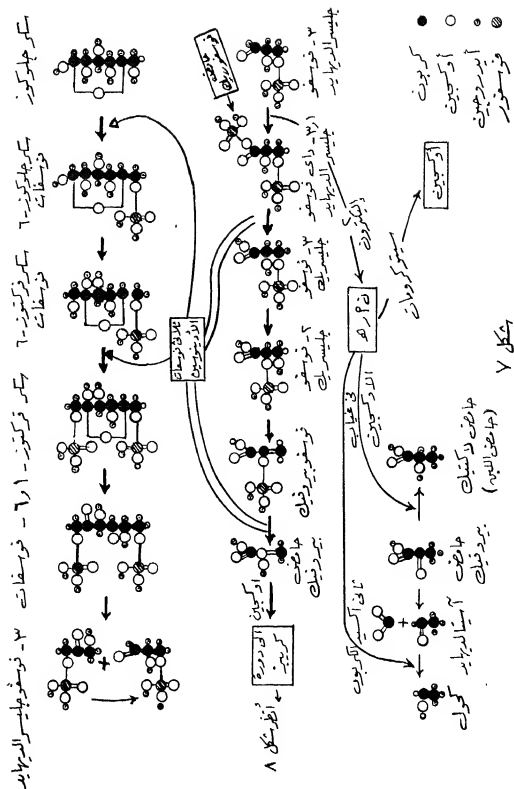
**لكن نجد بنا ان نتعرض باختصار لتركيبة الميتوكوندريا ..** ففي التصميمات الدائرية او البيضاوية يتراوح قطر الواحدة منها بين ٠.٢-١ ميكرون ، ويصل طولها في التصميمات الخطية ما بين ١ - ٧ ميكرون ( الميكرون جزء من الف جزء من المليمتر ) .. وتحيط كل محطة قوى نفسها بسورين رقيقين ، شيدا بطريقة خاصة لا زالت تثير جدلا وتقاشا بين العلماء ، هذا ويبلغ سمك كل سور حوالى ٧ ملىلى ميكرون ( جزء من مليون جزء من المليمتر ) ، وتفصلهما مسافة تقدر بحوالى ٦ ملىلى ميكرون ، وفي حين يبدو السور الخارجى املس القوام ، مستقيم البناء ، نرى السور الداخلى يتعرج وينحنى فى اثناءات داخلية قد تمتد وتفرع لمسافات طويلة حتى تستفيد من الفراغات الداخلية قدر المستطاع ( شكل ٦ ) .. لكن الذى يحدد ذلك هو العبء الواقع على هذه المحطات فى طلب المزيد من الطاقة ( مثل خلايا باعضلات القلب ) .. وعلى هذه الجدران او الاسوار الداخلية الرقيقة تتراص جيوش هائلة من الجزيئات المتخصصة فى « حلب » الطاقة من مصادرها فى سلسلة من الخطوات الكيميائية التى تتم فى دقات متلاحقة ، كأننا نحن نعود مرة أخرى الى خطوط التشغيل فى المصانع الكبرى ، حيث يقف العمال المتخصصون فى انجاز أعمال محددة فى السلعة المنتجة .. او كأننا نقف كذلك أمام البلاستيدات الخضراء وهى تختزن الطاقة فى جزيئات ، لكن العملية هنا معكوسة ، لأن الميتوكوندريون يتناول سكر الجلوكوز - الذى ربطته بطاريات الحياة وشحنته بالطاقة - ويقوم بتفكيكه فى خطوات متتابعة كذلك .

يعنى هذا ان محطات القوة البيولوجية فى الخلايا لا تحرق وقود الحياة كما يحدث ذلك فى الافران والآلات لتنتج حرارة ، تمتصها جزيئات ، فتكسبها طاقات ، لتدفع بها آلات .. فتلك فى الواقع افكار بدائية جدا اذا ما قورنت بالفكرة التى تقوم عليها اعمدة التشغيل فى الميتوكوندريا ، اذ لو اشتغلت الحياة بنفس الفكرة التى يعمد عليها المهندسون فى تشغيل آلاتهم ، لاحتترقت المخلوقات وتفحمت .. صحيح ان « العادم » من وقود الحياة ووقود الآلات واحد ( ثانى اوكسيد كربون وبخار ماء وطاقة ) ، الا ان الهدف الاساسى من انتاج الطاقة ليس بغرض تسخين الخلية او تنشيطها بطاقة حرارية ، او لتوليد غاز وبخار لدفع مكبس ميكروسكوبى لادارة آلية الحياة .. بل هى اعظم من ذلك واجل .

لكننا لا نستطيع ان نتعرض هنا للتفاصيل البيولوجية التى تؤدى الى انتاج الطاقة ، ولا للتنظيم الذى تواجه عليه البنائات الجزيئية المسئولة من ذلك ، لأن هذا يحتاج الى صفحات كثيرة ، اصف الى ذلك ان الموضوع لا يزال بخرمتهاته واسرار لم تكتشف بعد ، لكن يكفى ان نذكر ان الروابط الكيميائية التى جاءت بها جزيئات الطعام التى تتناولها على هيئة سكريات ونشويات ودهون وبروتينات .. الخ ، وبالهضم تحللت الى وحداتها الاولى البسيطة - اى سكر الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز .. الخ والاحماض الامينية والعضوية والدهنية البسيطة - سوف تتوجه مع تيارات الدم الى الخلايا ، ومن الخلايا الى محطات القوى .. وفى محطات القوى تتناولها ( السكر هو الوقود المفضل للحياة ) الخمائر والانزيمات المتنوعة والمتخصصة بمساعدة جزيئات اخرى تعرف باسم الانزيمات المرافقة او المساعدة Coenzymes والتي يقف معها ايضا فى ساحة العمليات جزيئات تعرف باسم مستقبيلات الاليكترونات وما تحتها ( مثل مركبات تعرف باسم فلافين ادينين واى نيوكليوتيد FAD ، ونيكوئيناميد ادينين واى نيوكليوتيد NAD وستيوكوروم ١ ، ب ، ج .. الخ ) ، ومع هذه وتلك تقف جزيئات بروتينية وسيطة فى ادارة مرفق الطاقة ، او هيئة السكر وادخاله الى « فرن » الحياة بطراز آخر .. وباختصار ، فنحن نقف امام عالم مثير فيه من الابداع والتنظيم ما تنوه فيه العقول .



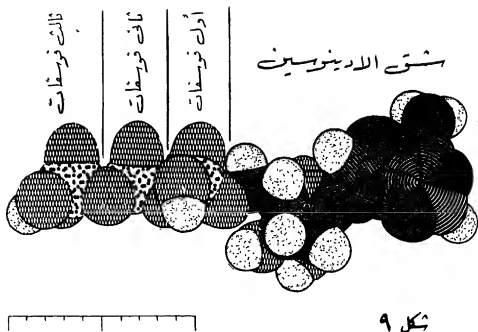
شكل ( ٦ ) في الصورة العليا قطاع رقيق في خلية حيوانية تبدو هنا مزدهرة بعدد من الميتوكوندريا كما يوضحها لنا الميكروسكوب الإلكتروني ، وفي الصورة السفلى نموذجان مختلفان لنوعين من الميتوكوندريا ، فالذي إلى اليمين ذو تشعيات تشبه الطرقات ، والذي إلى اليسار من النوع الأنيوبي المتداخل ليشغل حيزا كبيرا .



شكل ( ٧ ) في هذه الدورة يدخل جزئيه الجلوكوز على خطوط تشغيل كيميائية خاصة ، حيث تتناول آلية الحياة في سلسلة من الغلات التي قد لا تمك كثيرا ، لكننا فعنا لك هنا نموذجا من هذه الهندسة الجزيئية لتتلى عليها نظرة خافضة ترى فيها جزءا شاملا من عمليات ابداع الحياة ، وما خفي كان اعظم . وينتهي تعليم الجزئيه في حاض اسمه بيروفيك ، ومن هنا تسير العملية في طريقين : طريق تغيير فياب الاوكسجين حيث يتحول الحاض الى ايتيك ، وقد يتجمع في غلظتنا ويسبب فيها وجعا ، كما ان يتحول الى كحول في الفخمة . في وجود الاوكسجين يسر في







شكل ٩

شكل ( ٩ ) نموذج لجزيء ثلاثي فوسفات الأدينوسين وهو بمثابة العملة الموحدة للطاقة في كل الكائنات الحية من أول الميكروب حتى الإنسان .. لاحظ أن يسار الجزيء يتكون من ثلاث روابط فوسفورية .. أقصاها يسارا هو اعتناها بالطاقة ، ولهذا ينشئ كسئ فوسفات ويعمل بطاقته بواسطة جزيئات وسيطة حيث يرتبط بطاقته العالية مع جزيئات أخرى تحتاجها لتنشيط وتدخل في سلسلة من التفاعلات .. والواقع أن هذا الجزيء يشحن في مولدات الطاقة باستمرار ، ويفرغ شحنته للمعاملات التي تحتاج طاقة ويعود لي شحن .. وهكذا .

### أين ينهب كل هذا الطعام ؟

وكما تقوم الحياة على عمليات بناء تتبعها عمليات هدم ، كذلك سارت المخلوقات على أساس ان هناك أكلا وماكولا ، وكل من أكل سوف يؤكل بعد حين ، ومن وراء ذلك سعي دائم من المخلوق للحصول على مصدر من طاقة يقيم بها أود حياته .

فالإنسان يتناول يوميا - في المتوسط - ثلاث وجبات من الطعام ، وقد يبلغ من العمر مائة عام ، ولو استفاد بكل ما أكل ، بلغ من الوزن أطنانا ، ولجأوز الانسجار طولا .. لكن ذلك لا يحدث بطبيعة الحال ، فمعظم الكائنات الحية يتوقف نموها بعد فترات تختلف من مخلوق الى مخلوق ، وفي مرحلة النمو تجرى فيه عمليتا البناء والهدم ، ولا بد ان تكون الاولى اكبر من الثانية ، والا لما زاد في الوزن .. ربما ان يتوقف النمو ، يثبت وزن المخلوق عادة ، رغم انه لا يزال يتناول يوميا عدة كيلو جرامات ما بين طعام وشراب .. بعضه يستفيد به في عمليات الترميم والبناء والتجديد في مرافق خلاياه ، والجزء الاكبر يستهلكه كوقود يشعل به جذوة الحياة ، ويستخلص الطاقة من عملية اكسدة واختزال تجري في جسمه ليل نهار ، ومن اجل هذا كان على الانسان البالغ ان يستنشق كل عام ما بين اثني عشر الفا الى اربعة عشر الف لتر من الهواء ، او بمعدل خمسة ملايين لتر في العام الواحد ! .. ورغم ان الهواء بمعابرنا ارحص ما في الوجود ، الا انه بمعابر الحياة اغلى ما فيها ، فتوقف التنفس لمدة ثلاث دقائق وعدم امداد خلايا المخ بتغونها العاجل من الاوكسجين ، يصيبها بضرر بالغ ، بحيث قد يؤدي هذا في اغلب الاحيان الى ان يفقد المخ سيطرته على الاجهزة الحيوية في الجسم ، فتتوقف الحياة .. وتلك نتيجة طبيعية لعدم تحرير الطاقة اللازمة لهذه الخلايا الثمينة ، ومن هنا كانت هي اهم ما يعتمد عليه المخلوق لتطلق فيه شرارة الحياة .

وكل المخلوقات التي تعيش على هذا الكوكب تستهلك كميات هائلة من الاوكسجين ( عدا قلة قليلة من ميكروبات لاهوائية ) ، وهذا يعني فقدا هائلا في المادة العضوية التي تحصل عليها وتهضمها وتمتص من عناصرها خيرة ما فيها ، ثم تحرق منها نسبة كبيرة كي تحرر طاقتها ، وبها تنشعل وتكد وتعيش لتلتهم وتبني وتهدم .. والغاية المثل من كل هذا هو الحصول على طاقة بيولوجية تمنحها الحياة ، ومن هنا كان الدافع الازلي الذي يسيطر على كل المخلوقات لتأكل وتؤكل ..

لكن الامور ستتضح اكثر عندما نتعرض لاقتصاديات الطاقة وهي تنتقل من كائن الى آخر بداية من طحلب دقيق يعيش في مياه البحار الى انسان يجلس الى مائدة ليتناول وجبة من سمك .. فلكي يحصل على مائة جرام صافية من سمك التونة مثلا ، ويتناولها كطعام ، فانه لا يستفيد منها الا بحوالي عشرة جرامات ، والباقي يذهب على هيئة نفايات واستهلاك لكي يحصل على الطاقة .. لكنه قد لا يدرك ان هذه الكمية الصغيرة من سمك التونة ، والكمية الاصفر التي استفاد بها في ترميم وبناء خلاياه قد جاءت اساسا من الف كيلو جرام من « المراعي » البحرية الدقيقة التي تتواجد في الماء على هيئة طحالب ، وتحصل على طاقتها من الاشعة الشمسية ، وبها تبني مادتها الحية ، ومع عمليات البناء تسير عمليات الهدم ، والهدم ينبع اساسا من عمليات الاكسدة ، وهذه تعنى تنفسا ، والتنفس قد يستهلك ٩٠٪ من المادة الحية لهذه الكائنات ، لكن ذلك امر حيوي لاطلاق الطاقات .

ولو تركت الطحالب لتتكاثر بدون حساب ، لاستنفذت معظم العناصر الحيوية في مياه البحار والمحيطات ، وكان لا بد أن تؤكل ، لتسير في رحلة طويلة ، وتأتي كائنات حيوانية دقيقة لتأكلها ، وتفكك روابط جزيئاتها ، وبحصل على الطاقة المخزنة فيها ، وبها تنمو وتتكاثر لتصبح وجبة غذائية لحيوانات قشرية صغيرة ( كبراغيث الماء ) . فهذه تعيش على الطحالب أو على الحيوانات الأولية بما أكلت ، فتبنى القليل ، وتهضم - للحصول على الطاقة - الكثير ، ثم تأتي الأسماك الصغيرة ، لتأكل الحيوانات القشرية بما أكلت ، وعلى نفس الوتيرة تسير كما سار غيرها من قبل ، ثم تأتي الأسماك الكبيرة ، لتأكل الصغيرة بما أكلت .. ونأتي نحن في النهاية لنصطاد الأسماك الكبيرة التي كونت لحمها من كل كائن أكل ماقبلها .. وفي كل الحالات يستهلك الأكل الكثير من المأكول ، لأن الهدم هو العملية السائدة ، ولا بد أن يكون الأمر كذلك ، فلا بناء بدون طاقة ، ولا طاقة بدون هدم .

هذا ويضيف س . م . **يونسج** في بحث منشور بعنوان « الغذاء من البحر » - إلى ما سبق أن ذكرناه - أن ما نحصل عليه من البحار والمحيطات كثرة سمكية صالحة كطعام يصل إلى حوالي ٤٠ مليون طن في العام ، لكن التروية الأصلية تصل سنويا إلى ألف مليون طن ، وهذه قد استهلك حوالي مائة ألف مليون طن من الطحالب التي تتكون كل عام بمساعدة الطاقة الضوئية في عملية التمثيل الكلوروفيلي .. أي أن الاستفادة الحقيقية لا تتجاوز ١٪ ، والباقى يستخدم في إنتاج الطاقة ، أو يخرج على هيئة نفايات .

وهكذا يتضح لنا أن الحياة تعيش على حياة أخرى ، مهما كان شكلها وحجمها ونوعها ودرجتها في كادر المخلوقات ، ولا بد - والحال كذلك - أن يكون العرض أكثر من الطلب .. أي أن يكون المأكول أكثر من الأكل ، حتى لا يحدث الخلل ، ولا بد من وضع أسس إنتاجية سليمة ، والا لتحولت المخلوقات إلى كائنات هزيلة .. فالطاقة هي التي تحدد مستوى الكائنات ما بين قوة وضعف ، تماما كما تحدد ذلك أيضا على مستوى الدول .

و جاء الحل بسيطا ، وكان الإنتاج به وفيرا ، وسار على هيئة هرمية .. فعلى مخلوقات القاعدة الهرمية أن تتكاثر بسرعة كبيرة ، وعلى التي تحتل القمة أن تحد من نسلها ، حتى يتوازن الهدم مع البناء .. أو الطاقة مع المادة الحية .

فالنباتات بكل أنواعها - سواء كانت طحالب مائية أو محاصيل أرضية أو أشجارا في غابة أو بستان ، أو حشائش برية لرمي الحيوان - هي قاعدة الهرم ، ولهذا كان حتما مقضيا أن تتكاثر الطحالب الدقيقة بسرعة رهبة لتنتج بلايين فوق بلايين من أطنان المادة الحية لتكفى الملايين التي تلوها وتعيش عليها ، وهذه لا بد أن تتكاثر بدرجة أقل حتى تجد ما تبنى به أجسامها ، وما يكفى لنحما طاقتها .. ثم تصعد الهرم مع الكائنات درجة فدرجة ، فنقابل مع الأسماك الصغيرة التي تعيش على ما هو أصغر منها وتأكله بما أكل ، ثم يأتي السمك الكبير ليأكل السمك الصغير أو غيره من كائنات أصغر بما أكلت ، ولا بد من وجود موازين بيولوجية تتحكم في العرض والطلب ، وقد تتأرجح الموازين لتدل على شيء من خلل لكن الخل لا يدوم طويلا ، ولا بد أن يعود التوازن من جديد !

### من طاقة ضوئية .. الى كيميائية .. الى إلكترونية .. الى أمخاخنا !

إذا كانت البلاستيدات الخضراء والملونة قد شيدت في النباتات لتستقبل الطاقة الضوئية ، وتحولها الى نبضات كهربية ، لتربط ببطاقتهـ جزئيات كيميائية ، وتخزن في روابطها الطاقة المناسبة ، فان فكرة التصميم ذاته قد سادت في عيوننا .. لكن مع الاختلاف بين النتيجة التي تتمخض عنها الطاقة الضوئية في العين والبلاستيدة .

**ان الضوء هو المؤثر ، والعين هو الوسيلة ، والمخ هو الغاية ..** فبدون ضوء فلن ترى العين شيئاً ، وبدون العين فلن يكون للضوء فائدة ، وبدون مراكز إبصار في المخ سليمة ، فلن يكون للضوء والعين قيمة .. ولا بد - والحال كذلك - أن تكون الوسائل التي نرى بها عالمنا متكاملة ، فكم من عيون سليمة كانت لا ترى شيئاً ، لأن مراكز الإبصار في المخ قد صارت عقيمة .

لكننا لا نرى العالم المجسد أمامنا بأشكاله وألوانه واختلافاته من خلال ضوء ينعكس منه الى عيوننا ، ثم الى مراكز الإبصار في أمخاخنا ، إذ ليست الأمور بمثل هذه البساطة ، بل سسيطر عليها أحداث عظيمة ، وتنظيمات فريدة ، حتى يمكن تحويل الطاقة الضوئية الى صورة أخرى تناسب التصميم البديع الذي جاءت به عيوننا وأمخاخنا وما يربط بينهما من « كابلات » عصبية تسري خلالها نبضات إلكترونية .

ولقد أوضحت التجارب الكثيرة التي بدأت منذ عام ١٨٧٧ على أن الطاقة الضوئية تحول الى طاقة كهروكيميائية .. وكان آخر هذه التجارب المثيرة تلك التي قام بها كل من **د. هيويل ، ت . ويلز** من جامعة جون هوبكنز ، فلقد استطاعا تسجيل الاثر الضوئي الذي ينتقل من عيوننا الى أمخاخنا ، وذلك عن طريق زرع قطب كهربي على هيئة سلك رفيع للغاية من ذلك النوع الذي يستطيع ان يخترق خلية عصبية دقيقة ، ويسجل أحداثها الداخلية ، ثم أوصل السلك المزروع - في مركز إبصار قط - الى جهاز إلكتروني حساس ، متصل بدوره بجهاز آخر لتسجيل شدة النبضات ، تم بجهاز ثالث على هيئة مكبر للصوت .. وعندما أطلقا أمام عيني القط شعاعاً من ضوء ، سجل الجهاز اهتزازات خاصة ، وأطلق مكبر الصوت همسات ضعيفة .. وهذا يعني أن الطاقة الضوئية قد أحدثت تفاعلاً كيميائياً ، تحول بدوره الى طاقة كيميائية ، وهذه انتقلت عبر « الاسلاك » العصبية على هيئة نبضات إلكترونية تأثرت بها الاجهزة وسجلتها ، وسمعتها الاذن البشرية وأمنت عليها .

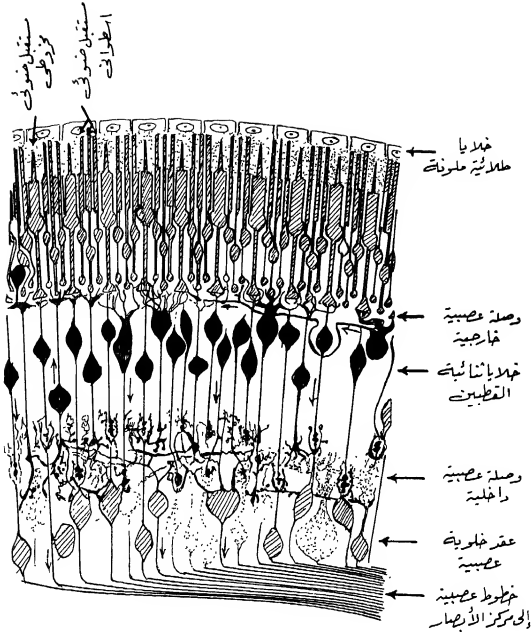
والذين يصورون العين على انها جهاز حي يشبه آلة التصوير الفوتوغرافي لم يتعدوا كثيراً عن الحقيقة ، لكن شتان بين التصميمات البديعة التي جاءت بها عيوننا وبين تصميم آلات البشر ، صحيح ان الفكرة واحدة ، اى تحويل الطاقة الضوئية على الفيلم الحساس الى طاقة كيميائية تحدث تغييراً في نوعية جزئيات الفيلم ، وصحيح ان الشيء نفسه يحدث على « فيلم » العين او شبكيةها .. الا انها ليست جزئيات كيميائية موزعة على ورق حساس لتطبع صورة ، وينتهي الامر ، بل من وراء ذلك جيش متكامل ومتفاهم من تركيبات دقيقة تعرف كيف تستقبل موجونات الضوء بتردداتها المختلفة ، وتستجيب لها ، وتتأثر بها ، وتحولها الى نبضات كهربية ذات درجات متفاوتة ، ثم تصبها في كابلات عصبية ، وبها تهتز ، وتنقل « الشفرة » السرية الى

« الهئية الخلوية » المكلفة بحل ملايين البلايين من الرموز الواصلة في الثانية الواحدة ، وسرجمها الى صور والوان وابعاد وحركة ومناظر نغرح بها ، اوكتشبه منها ، ونغزغ لها .. الخ .. لكن كيف النرجمة ؟ .. وما هي اسرارها ؟ .. ذلك لغز كبير لم يتوصل احد الى ابعاده العميقة ، وكل ما قيل فيه لا يخرج عن نظريات واجتهادات !

وشبكة العين دقيقة البناء ، رقيقة السمك اذ لا يزيد سمكها عن نصف ملليمتر ، وفيها شيدت طبقات من فوق طبقات ، اهمها تكوينات دقيقة تعرف باسم مستقبلات الضوء Photoreceptors ( شكل ١١ ، ب ) . في كل عين من ميوننا منها مايقرب من ١٣٠ مليون مستقبل ، وهذه تنقسم الى نوعين : المخروطى وله منها حوالى خمسة ملايين ، والاسطوانى وله منها حوالى ١٢٥ مليوناً ، ومن هذه المستقبلات يمتد « كابل » عصبى دقيق يحتوى على حوالى مليون ليفة عصبية بصرية ، وبها يتجه الى مركز الابصار في المخ ( هناك في الواقع مركزان ) .. ولقد تخصصت المستقبلات الضوئية المخروطية اساسا لالتقاط الصور نهارا وبالوانها المختلفة ، في حين ان الاسطوانية تستقبل فوتونات الضوء الخافت ليلا ( مثل ضوء القمر والنجوم ) ، لكنها لا تستطيع ان تميز الالوان كرفقاتها ، هذا ومما يستحق الذكر هنا ان عيون الحيوانات الليلية مثل الضفادع والبوم والخفافيش .. الخ . مزودة اساسا بالمستقبلات الاسطوانية لتلائم حياة الظلام .

وكما كان للنباتات جزيئاته الخضراء ( الكلوروفيل ) والمألونة ( كاروتينات Carotenes ) كذلك جاءت العين بجزيئات أخرى تعرف باسم الاصباغ البصرية .. منها مثلا صبغة « رودوبسين » Rhodopsin التي تتكون من بروتين « أوبسين » Opsin المرتبط باحدى مشتقات فيتامين أ والمعروف باسم ريتينين Retenine ، وهذا بدوره من عائلة الكاروتينات التي تضاف على النبات لونا اصفر فاتحا او اصفر برتقاليا او احمر او قرمزيا ، وتواجد أيضا مع جزيئات الكلوروفيل ، وتؤدي معه دورا مساعدا في عملية التمثيل الضوئي ، لكن لون الكلوروفيل يحجب لونها ويتغلب عليه ، ولهذا لا نستطيع اكتشافها بالعين ، والمعروف ان نبات الجزر الاصفر يحتوى على نسبة كبيرة من هذه الاصباغ ، ولكنها تنتشر أيضا في بعض الاسماك والازبد ( اللون الاصفر فيه ) والبيض .. الخ ، ومن المعروف كذلك ان العشى الليلي ( او عدم القدرة على الرؤية بوضوح في الليل ) يرجع الى نقص فيتامين أ ، لان هذا الفيتامين يتحول بعملية اختزالية الى الريتينين الذي يدخل في تكوين الاصباغ المستقبلية للضوء - كما سبق ان ذكرنا .

وعندما تصطدم الكوانتا او فوتونات الضوء العادي بصبغة الرودوبسين ، فانها تنشق الى شقين : أوبسين وريتينين ، وسرعان ما يعودان الى الاتحاد ، لينشقا ولتحميا ، وتطلق العملية بسرعة رهبة بمساعدة انزيمات ومستقبلات للاليكترونات ومانحات لها .. الخ ، الا ان هناك رأيا آخر يقول بان جزء الريتينين يتماسك ببرابط اليكترونى مع شقه الآخر ، بحيث تنتظم صفوفه بطريقة خاصة يمكن تشبيهها بقطعة موضوع على عدسة ، ولكى ينفذ الضوء من العدسة ، فلا بد من شيه يوزع الغطاء جانبا ، ولكى يحدث ذلك ، فلا بد من طاقة تبذل ، ولكن الامر يتم مع جزيئات الريتينين في حدود اجزاء من مليون جزء من الثانية ، فعندما تسقط



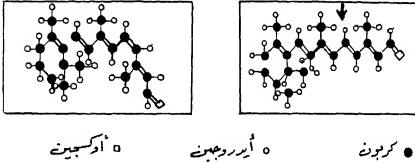
شكل ١٠ (٢)

شكل ١٠ (١) رسم توضيحي لجزء من الشبكية وفيه تظهر مستقبلات الطاقة الضوئية : الاسطوانية والمخروطية أو اللعنية من أعلا ( انظر الصورة الفوتوغرافية ١٠ ب ) ... وبعد أن يحدث التفاعل الضوئي ، ويتحول إلى طاقة كهروكيميائية ينتقل عبر خطوط من أعصاب حية إلى مراكز الإبصار في المخ .



شكل ١. ب) .. صورة أخذت من تحت عدسات الميكروسكوب  
لمستقبلات الطاقة الفسوفية في العين .. لاحظ التركيب  
الأسطوانى والتركيب المخروطى المدب ( التى فى صدر الصورة  
مخروطية لكنها ملتوية من اثر تحفيز الشريحة ، الا أن هناك  
مستقبلا مخروطيا معتدلا فى الركن الايمن من الصورة ) .

الفوتونات وتركل جانباً محدداً من الجزيء ، فانها تزيحه جانباً ، وتسمح بنفاذ مواد كيميائية خاصة لتزيد من طاقة مستقبلات الضوء بحيث تساعدها على توليد نبضة كهربية ( شكل ١١ ) .



## شكل ١١

شكل ( ١١ ) نموذج كيميائي لجزيء الريتين الذي يتأثر بالطاقة الضوئية .. هذا وتذكر بعض النظريات انه ينفصل عن جزيء بروتيني ويعود للاتحاد به ، وعندئذ تتولد طاقة كهروكيميائية .. الا ان هذا النموذج يوضح ان فوتون الضوء يورثه ( حيث يشير السهم ) فيجعله ينشئ ويفسح مجالاً للمواد الكيميائية المتفاعلة بالدخول من الثغرة ليتولد من تفاعلها طاقة كهروكيميائية ، ثم ينقل الجزيء من الطاقة في لحظة خاطفة ويعود الى استقامته الى ان يقبل ركلة اخرى من فوتون آخر فينشئ .. وهكذا .

وأيا كانت التعليقات والنظريات ، فلا أحد يعرف على وجه الدقة كيف تتولد النبضة الكهربية المناسبة لتنتقل الى مركز الإبصار .. صحيح ان هناك طاقة ضوئية تتحول الى طاقة كيميائية تؤدي الى طاقة كهربية تنتقل على هيئة نبضات خاصة ، لكن ماهي الخطوات والتفاعلات والانظمة والترتيبات التي تشرف وتوجه وتهيمن على ساحة العمليات .. فذلك سر كبير ، واكبر منه واعظم سر مركز الإبصار وهو يفك رموز النبضات الواصلة كالطوفان اولا بأول ، ويحولها الى صور والوان ومفاتيح طبيعية يترأى لنا فيها الله ويتجلى ، فيصبح ملء السمع والبصر ليقوم بفقهون !

ولا شك اننا نرى عالماً من خلال موجات وترددات ذات طاقات متباينة ، وهي التي تحدد لنا الالوان بدرجاتها ، فانت مثلاً عندما ترى الاخضر اخضرًا ، فان ذلك يعنى ان الشيء الذي عكس هذا اللون الى عينيك قد امتص كل فوتونات الضوء المنظور ، وعكس اخريات ذات تردد محدد ، وتقع في نطاق موجات طولها حوالي ٥٢٥ مللي ميكرون ، وموجات بهذا الطول تعنى فوتونات او كواتنا ذات طاقات خاصة ، تتخلل منها مستقبلات الموجات في عيوننا ، وتحدث فيها نبضات اليكترونية تتوقف شدتها على كمية الطاقة التي دخلت بها الفوتونات ، وفي الحال يفك مركز الإبصار في امساخنا شفرة النبضات الواصلة ، ويعبث في اللحظة ذاتها بالنتيجة التي تشير الى ان الموجات التي دخلت كانت لشيء اخضر ، ومع ذلك فالظاهر شيء ، والباطن شيء آخر مختلف ، وكان لا بد من اطلاق المسميات والصفات لتحديد ببساطة مظهر عالماً كما نراه - لا كما يراه غيرنا .



يعني هذا ايضا ان هناك مخلوقات على هذا الكوكب تستطيع ان ترى عالمها من خلال موجات الاشعة فوق البنفسجية ، وهى موجات لم تنهيا مراكز الابصار فينا لفك شفراتها ( وان كانت عيوننا قد تستقبلها احيانا ) ، الا ان بعض الحشرات مثلا تستطيع ان ترى في موجات تصل اطوالها الى ٣٦٠ مللى ميكرون ، واقصر موجة نستجيب نحن لها لاتقل عن ٤٠٠ مللى ميكرون ، وتلك هى حدود فوتونات الاشعة البنفسجية ، وعندما تقصر الموجات عن هذه الحدود ، فاننا ندخل بذلك في حدود الاشعة فوق البنفسجية ، ولها قد نهيات عيون الحشرات ، فتصبح فيها مبصرة ، وتكون نحن كالعريان ، كما ان بعض انواع الحيات يستطيع ان يرى عالمه في ظلام دامس ( بالنسبة لنا ) من خلال الاشعة تحت الحمراء ، فلو ان فارا كان على مسافة ١٥ سنميترا من حية معصوبة العينين ، فانها تستطيع ان تحدد مكانه تماما من خلال تفرتين متخصصتين في استقبال الاشعة الحرارية ( تحت الحمراء ) حتى ولو كان الفرق في درجة الحرارة لا يتجاوز ثلاثة اجزاء من ألف جزء من الدرجة المئوية !

والواقع ان جهاز الابصار الذى يستطيع ان يصف موجات عالمه ليس الا معجزة عظيمة من معجزات الخلق .. فهناك طرز ثلاثة من مستقبلات ضوء النهار ، ولكل طراز منها حدود خاصة ، ليستقبل ويتعامل مع موجات لا يستطيع غيره ان يتجاوب معها ، ويتفاعل بها

فالطراز « ا » يتعامل مع موجات تقع اطوالها في حدود ٤٥٠ مللى ميكرون ( الطيف الازرق البنفسجي )

والطراز « ب » يتعامل مع موجات تقع اطوالها في حدود ٥٢٥ مللى ميكرون ( الطيف الاخضر الداكن )

والطراز « ج » يتعامل مع موجات تقع اطوالها في حدود ٥٥٥ مللى ميكرون ( الاصفر الفامق )

وكل طراز من هذه الطرز يستطيع ان يحس بفوتونات ثلاثة اطياف مختلفة ، ويعرج بينها ، ومن هذا التداخل يمكن للعين البشرية الحادة البصر ان تميز ٢٥٠ لونا تقيا بداية من الاحمر والبرتقالى والاصفر والاخضر والازرق والبنفسجى ( بدرجات متفاوتة من سيث هى داكنة او باهتة ) .. بالاضافة الى امكانها التمييز بين ١٧ الف لون مختلط وناتج من التبادل والتوافق بين هذه الاطياف ، زيادة على حوالى ٣٠٠ درجة من الدرجات التي يمتزج بها الابيض مع الاسود لتعطينا الوانا منها داكنة او فاتحة على حسب النسبة بين هذا وذاك ، وهذا يعنى في النهاية ان العين البشرية تستطيع ان تميز بين خمسة ملايين درجة لظالية من درجات الالوان المختلفة التى يزرخ بها عالمها « صنع الله الذى اتقن كل شيء » !

وهكذا تلعب موجات الطاقة مع عيوننا ومراكز ابصارنا لعبتها المثيرة ، لتربنا عالمنا المادى بكل ما فيه من صور والوان لانكاد نحسبها عدا .

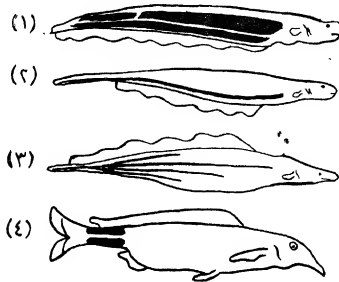


### احذر القول العالى في تلك المخلوقات !

وقبل ان يظهر الانسان على هذا الكوكب بعشرات الملايين ، سبقته عليه مخلوقات غريبة استخدمت الطاقة الكهربائية في عمليات الصيد والدفاع وسبل الاتصالات فيما بينها ، ولا زالت هذه الكائنات تعيش معنا حتى اليوم لتقدم لنا صورة مثيرة من صور الطاقة البيولوجية ذات

الفولت العالي الذى قد يقتل انسانا او نورا او حصانا ، ولقد جاءنا نبأها على الآتار التى تركها قدماء المصريين ، وذكروا قصة سمكة نيلية كان نصيبهم برعدة مفاجئة تهر أجسامهم هرا ، فلا يملكون إلا ان يتركوها لتذهب الى حال سبيلها ، ولم يدرك القدماء وقتها شيئا عن سر الكهرباء ، ولم يعرفوا ان الرعدة قد جاءت من تفريغ كهربى مفاجئ قد يصيب الانسان بالشلل ، ولا زالت هذه السمكة موجودة حتى يومنا هذا ( ولقد تعرض كاتب هذه الدراسة وهو صبى الى عملية تفريغ فر بعدها خائفا صارخا ، وسمعت من الناس وقتها اننى قد امسكت « بالرعاد » - لانه يسبب فى الجسم رعدة ) وتعرف باسم السلور او الرعاد أو السمكة القط Cat Fish : كما ذكر الاغريق والرومان شيئا عن الظاهرة نفسها لسمكة بحرية تعرف باسم الراى Ray Fish او سمكة الطوربيد Torpedo ، واضافوا انهم كانوا يستخدمون تلك « القوى الخفية » فى علاج بعض الامراض !

والواقع ان بطاريات الشحن الكهربائية تتواجد اساسا فى الكائنات المائية ، ويختلف جهدها الكهربى من نوع الى نوع آخر ، ويتوقف ذلك بطبيعة الحال على حجم السمكة ، وعلى تصميم بطارياتها وكفاءتها واتسامها .. فمئنا الصغير الذى تصل فروق الجهد فى بطارياتها ما بين ٣-١٠ فولت ، ومنها ما يصل الى حوالى ٥٠ فولتا كما هو الحال فى سمك الطوربيد البحرى ، او قد يرتفع الى ٤٥٠ فولتا فى سمك الرعاد النيلى الكبير الحجم ، وتبلغ قمة الجهد الكهربى متنهاها فى ثعبان السمك الذى يعيش فى مياه الانهار العذبة بامريكا الجنوبية حيث يتراوح ما بين ٥٠٠ - ٨٠٠ فولت ، ويقال ان التفريغ الكهربى المفاجئ لهذه الشحنة لو اصاب انسانا ، فانها قد تضع حدا لحياته ، واحيانا قد تقتل حصانا ! (شكل ١٢)



شكل ١٢

شكل ( ١٢ ) أربعة أنواع من الاسماك الكهربائية التى تفرغ شحنتها ثم تعاود شحن بطارياتها الحية بكميات مختلفة من الطاقة الكهربائية ( ١ ) ثعبان السمك الكهربى ( ٢ ) سمكة المدية بامريكا الجنوبية ( ٣ ) سمكة المدية الإفريقية ( ٤ ) سمكة آلف الغليل والخطوط السوداء توضح حجم البطاريات وامان انتشارها .

وتتوزع بطاريات الشحن الكهربى فى أجسام هذه الكائنات بطرق مختلفة ، فقد تتركز عند ذيل الحيوان ( كما فى سمك الطوربيد ) ، أو قد تلتف حول جسمه من خلف الرأس حتى فى الزعنفتين الخلفيتين ( كما فى الرعاد ) ، أو قد تمتد بطول الجسم من الرأس حتى الذيل كما فى تمبان السمك الكهربى Electric eel الذى قد يصل وزنه بطارياته الى حوالى ٥٨٪ من وزن جسمه ، وتتكون فيه من اعمدة تحتوى على وحدات شحن يتراوح عددها ما بين ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ وحدة ، قوة كل وحدة حوالى عشر فولت أو أكثر قليلا ، وفيها تلعب تركيزات ايونات الصوديوم والكلوريد والايونات العضوية الاخرى الدور الاساسى فى توليد الطاقة الكهربائية وتخزينها فى البطاريات ، والواقع ان هذه الفكرة ذاتها تتواجد فى خلايانا العصبية ، وبها يولد تيارا ضعيفا للغاية ، لكنه مناسب تماما للغرض ، وبه تتفاهم الخلايا ، ومن خلاله تنتقل الانشارات العصبية من الجسم الى المخ أو بالعكس ، أو من خلية فى المخ الى جاراتها ، لكننا لانحتاج فى ادمغتنا أو اجسامنا لبطاريات مشحونة كما يحتاجها مثلا الثعبان الكهربى ، فالعقل عندنا اهم من كل ما فى الكون من عوالم خافية وظاهرة ، فبدون عقل ، فلن يكون للكون معنى ، لكن البطاريات فى حياة هذه المخلوقات اهم لديها من امخاها البدائية .. ولكل خلق ما يناسبه .

وعندما يضطر الكائن الحى لعملية تفريغ الشحنة من وحدات البطاريات المتراصة ، فان « مفتاحها » موجود هناك فى الجهاز العصبى المركزى ، وعندما يبعث بالامر على هيئة نبضة اليكترونية ، فما اسرع ما تستجيب لها ، وتفريغ جميعها دفعة واحدة ، وقد تصل شدة التيار الى نصف امبير ، والشحنة الى ٦٠٠ فولت فى حالة ثعبان السمك الكهربى . الا ان الامر كله يتم فى وقت قصير جدا ، ولا يمكث لكثر من عدة اجزاء من الف جزء من الثانية ، لكن بالامكان ان تضىء بها مصباحا كهربيا اذا ما واصلنا سلكيه السالب والموجب عند رأس الثعبان وعند ذيله ، وبعد التفريغ مباشرة تبدأ عملية الشحن من جديد ، لتصبح البطاريات على أهبة الاستعداد للانطلاق كلما دعت الحاجة الى ذلك .

ولقد كان الظن السائد ان الكائنات التى تمتلك مثل هذه المولدات الكهربائية الحية تستخدمها فى عمليات الصيد أو الدفاع عن النفس ، لكن الامر يزداد غموضا عندما نتعرض لانواع اخرى من الاسماك التى لا يزيد الجهد الكهربى فيها عن فولتين أو ثلاثة ، فهذا - فى الواقع - لا يعتبر شيئا مذكورا حتى ولو تضاعف عشر مرات ، فعشرون أو ثلاثون فولتا لا تشل كائنا ولا تخيفه .. فلماذا اذن جاءت هذه الكائنات بشيء لا نفع فيه ولا ضرر ؟ .. وهل يمكن ان نعتبره من قبيل تحصيل الحاصل ؟

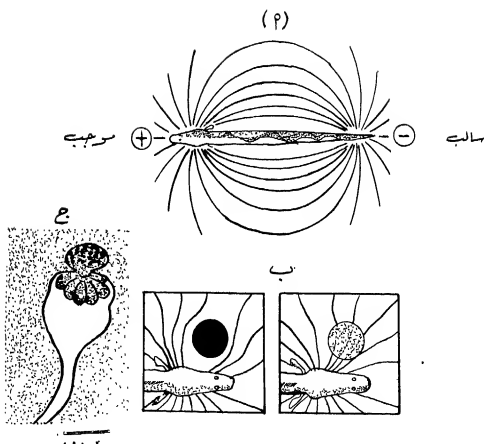
ليس فى الواقع كذلك .. فعندما اطام العلماء اللثام عن سر هذه الكائنات منذ وقت قريب ، وجدنا انفسنا امام أفكار وتصميمات واساليب تكنولوجية قد سبقتنا بها تلك المخاوف منذ عشرات الملايين من السنين ، ولا بد - والجال كذلك - ان نعيد تقييم اختراعاتنا وافكارنا ، لنعرف انه « لا جديد تحت الشمس » - كما يقولون !

فبينما كان عالم الحيوان **دكتور هـ. ليزمان** من جامعة اكسفورد يستقبل قاربا فى احدئى مداخل المياه بالقارة الافريقية ، وجد سمكة يبلغ طولها حوالى متر ونصف متر وتعرف باسم

سمكة المدية Knife Fish ، وبينما كانت المسافة بينها وبينه لا تزيد عن نصف متر ، أمسك بيده قضيباً مغناطيسياً قويا على هيئة حدود الحصان، ووضعه فوق السمكة بالقرب من سطح الماء ، وهنا حدث شيء مثير ، فلقد انجذبت السمكة بقوة خفية ، وجاءت برأسها تحت المجال المغناطيسي تماما ، وعندئذ بدأ ليزمان في تحريك المغناطيس بعمدة وبسرعة ، فتحركت السمكة معه في الاتجاه ذاته ، وكأنما قد أصبحت سجنينة تلك القوى الجديدة التي تنتشر حول ذلك المغناطيس في مجال محدد ، هذا وتحدث تلك الظاهرة مع أنواع أخرى من سمكة المدية ( حوالى مائة نوع ) التي تسكن مياه أمريكا اللاتينية وأفريقيا ، ومع أنواع من سمكة الغيل الأفريقية ( حوالى مائة نوع ) .

لكن الشيء الغريب حقاً ان هذه الأسماك لا تتوقف لحظة واحدة عن إطلاق بضائنها الأليكترونية ، وكأنما قد أصبحت بمثابة القلوب التي تنبض في صدورنا ليل نهار ، إلا ان نبضات تلك المخلوقات تختلف في النوع والكم ، فحيث تنخفض نبضات بعض الأنواع بمعدل نبضتين في الثانية الواحدة ، نجد على النقيض من ذلك أنواعاً أخرى يصل معدلها الى ١٨٠٠ نبضة في الثانية ، وبين هذه وتلك توجد أنواع تتردد فيها النبضات بال عشرات والمئات لكل ثانية من زمن ٠٠ والغريب كذلك ان حساسية هذه الأسماك للمجالات الكهربائية التي تطلقها حولها حساسية تفوق تصوراتنا ، اذ يبدو أنها تمتلك حاسة لا تمتلكها المخلوقات الأخرى ( حاسة كهربية Electric Sense ) وبها تستطيع ان تكتشف تغيراً في النبضات قد يصل الى حوالى ٠.٣ من الميكرو فولت لكل مسافة تقدر بستين متراً واحداً ( أى ثلاثة أجزاء من مائة مليون جزء من الفولت ) ، وإلى شدة في التيار الكهربى تقع في حدود ٠.٤ ر. ميكرو أمبير لكل واحد سنتمتر . ( أى أربعة أجزاء من مائة مليون جزء من الأمبير ) !

والحديث عن هذا الموضوع سيعطول ، لكن يكفي ان نذكر ان الحياة كانت كريهة جداً في انكارها ، وقدمت لنا مثالا حياً لأنواع من المخلوقات تستخدم طاقاتها الكهربائية لشحن بطارياتها ، ثم اطلاق نبضات اليكترونية تحيطها بمجالات خاصة ، فاذا دخل في هذا المجال أى عائق يتداخل في شدة النبضات ويقطع الاتصال ، فان السمكة تستطيع ان تقدر لزمانها قبل العوم موضعها ، اذ يبدو ان السمكة تعوم وكأنما هي محطة ارسال واستقبال متحركة ، فهي تذبح على « موجات » خاصة وتستقبل ايضاً ما يذيعه الأسماك التي تتبع النوع نفسه ، والاغرب من ذلك انه بقدر تلك الأسماك ان تغير من تردد الموجات كلما دعت الحاجة الى ذلك ، فاذا احسنت « محطة » الاستقبال فيها ان مجال ارسالها قد تدخل فيه شيء ، وانها لم تستقبل من هذا الشيء موجات بنفس تردد موجاتها ، فان ذلك يعنى الحذر والترقب لعدو دخیل ، وعلى السمكة ان تتخذ القرار المناسب ، او ان تغير الوجهة ، عليها تكتشف شيئاً جديداً ( شكل ١٣ ) . وبهذا أصبحت النبضات وما تخلقه حولها من مجالات بمثابة « كلمة سر » لا يفك رموزها الا اصحابها ، ولتصبح لها بمثابة العيون المبصرة ، والأذان المزهفة ، والانوف الحساسة ، فلقد ضعفت في اسمائها تلك الحواس التقليدية ، وحلت محلها حاسة كهربية ، وبها « ترى وتحس وتتكلم » ، وكأنما هذا العالم عليها ، وبهذه الفكرة - فكرة الارسال والاستقبال التي عرفناها حديثاً جداً - جاءت هذه الأسماك منذ عشرات الملايين من السنين ، وكمن في المخلوقات من أسرار ، « ولكن أكثر الناس لا يعلمون » !



شكل ١٣

شكل ( ١٣ ) ١ - تنتشر خطوط القوى الكهربائية حول سمكة المدينة كما ينتشر المجال المغناطيسي حول قضيب ممغنط،  
 ب - وعندما تعترض هذه الخطوط موصلات كهربائية جيدة ، فإنها تختفيها وتسرى خلالها ( إلى اليمين ) في حين أن الموصلات  
 الكهربائية الرديئة ( الكرة السوداء إلى اليسار تجعل هذه الخطوط تنفرج وتغير مسارها ) .. ج - عضو دقيق من أعضاء  
 الحاسة الكهربائية المدفون في جلد السمكة حيث يستقبل النبضات الكهربائية من الوسط الذي تعيش فيه السمكة .

### ومخلوقات تحول الطاقة الكيميائية الى ضوء حي !

وصورة اخيرة نختارها من صور كثيرة -لنختتم بها موضوعنا عن مخلوقات اخرى غريبة استطاعت ان تمتلك الوسيلة التي تحول بها الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، مثلها في ذلك كمثل البطاريات التي يستخدمها البشر لتنير لهم الطريق في ظلام الليل ، مع الاختلاف الواضح بين ميكانيكية انبعاث الضوء في هذه ونلك .

والضوء الحي Bioluminescence من الظواهر المشرية والجميلة التي جذبت انظار البشر في كل زمان ومكان ، فهاك الناس حولها الاساطير . فمن بحار اذا اثرت امواجها اضاءت دون ان تمسسها نار ، ومن شواطىء اذا خطت عليها الاقدام توهجت ، وكانما ينطلق منها «لهب» بارد خافت ، ومن غابات تتعلق على اشجارها رفوف غريبة تضيء اذا اظلم الليل ، ومن بين اعشاب ومن فوق فروع النباتات تنطلق مصابيح ضوئية صغيرة تطفئ وتضيء في فترات متقطعة ومنظمة ، ومن اسماك بحرية تنتشر على اجسامها وفوق رؤوسها بقع ضوئية تنتظم كما تنتظم المصابيح على جانبي طريق . وهكذا وزعت الحياة لمسائنها المضيئة على انواع كثيرة من مخلوقاتها . بداية من البكتيريا الى الفطر ( العفن ) الى الحيوانات الالوية الى قناديل البحر الى الديدان والسرطان « الكابوريا » والحشرات والاسماك التي تسكن ظلام الاعماق .

وكما جاءت سمكة المدية او الفيل لتخلق حول نفسها مجالات كهربية ذات ترددات خاصة ، كذلك جاءت بعض المخلوقات لتشع اضاءها على هيئة موجات ذات اطوال خاصة كذلك . . فتمتها ما يشع موجاته باطوال تقع في حدود ٤٦٥ ميللي ميكرون ( وضوؤها ازرق اللون ) ، ومنها مايضيء على موجة يتراوح طولها ما بين ٥٥٠ ، ٥٨٠ ميللي ميكرون ( اى في نطاق اللون الاصفر المشوب بخضرة ) . . وغيرها يبعث بموجات اطول لنرى اضاءها على هيئة صفراء او برتقالية او حمراء . . لكنها - بطبيعة الحال - لا تضيء لنا ، لتبعث البهجة في نفوسنا ، بل تستخدم طاقتها الضوئية فيما يبنها على هيئة « كلمة سر » لها في عالمها مفراها الكبير ، لكن ذلك موضوع آخر طويل نرانا في حل من التعرض له هنا لضيق المجال .

ومن الحقائق المثيرة في هذا العالم الحي -الذى يتلاعب باضواءه اذا ما اقبل الليل ، وخيم الظلام- ان بعض كائناته يستطيع ان يبعث باضواء ذات الوان مختلفة ، ومن اعضاء متفرقة على اجسامها . . من ذلك ملا دودة تعيش في البرازيل ، وتعرف هناك باسم دودة « السكة الحديد Railroad Worm » فعلى جانبها ينبعث عدة مصابيح دقيقة تضيء بلون ازرق ، وعلى راسها « مصباح » ينطلق منه ضوء احمر ، وثمة حشرة اخرى تعرف باسم « الاوتوموبيل Automobile Bug » تمتلك على راسها مصابيح صغيرة حية تضيئها باضواء صفراء او برتقالية ، وعلى جانبي جسمها مصابيح اخرى ينبعث منها ضوء اخضر ، لكن الغريب انها تضيء الاصفر وتطفئ الاخضر اثناء السير ، وعندما تتوقف تضيء مصابيحها الخضراء Parking Lights وكانما هي بمثابة نذير لن يعترض طريقها اثناء التوقف ، وهذه الفكرة ذاتها نستخدمها في سياراتنا على هيئة مصابيح حمراء ، لكن الاغرب من ذلك ان بعض هذه الكائنات يستطيع ان يحجب الضوء المستمر بستانة رفيعة حية تنسل على المصباح الدقيق ، فاذا رفعها عاد الى الاضاءة

من جديد ، الا ان هناك انواعا أخرى تتحكم في اطفاء المصابيح او اضائها . كلما دعت الحاجة الى ذلك .

وسر هذا الضوء الحى من الاسرار السيجذب انتباه علماء كثيرين حتى يومنا هذا ، الا ان اول من وضع اللبنة الاولى في كشف هذا السر كان العالم الكيميائى الفيزيائى **دوبرت بويل** الذى سجل في مذكراته في عام ١٦٦٨ ان بعض الاختساب المصابة بالغفن المضيء ، وبعض الاسماك البحرية المتعفنة بانواع من البكتيريا المضيئة « ينطوى » ضوءها في غياب الاوكسجين .. الا ان السر لم يكتشف الا في اواخر القرن الماضى عندما قام العالم « **دوبوا** » Dubois في عام ١٨٨٧ بعدة نجارب خرج منها بنتيجة سحر الى ان الطاقة الضوئية المنبعثة من احدى الحباريات تتم في وجود مادتين اساسيتين ، احدهما لاتتأثر بالحرارة واطلق عليها اسم ليوسيفيرين Luciferin ، والاخرى تفقد مفعولها اذا سخنت واسماها خميرة ليوسيفيريز Luciferase .. وعندما « تهضم » هذه الخميرة مادتها فان عملية الهضم تتحول الى طاقة ضوئية باردة لايصحبها اثر من حرارة !

الا ان الامور - كما اظهرت البحوث بعد ذلك - لايمكن ان تسير بمثل هذه البساطة اذ ان التفاعل الكيميائى يتطلب وجود مواد عديده .. منها مثلا ايونات الماغنسيوم والجزئيات المانحة للطاقة (ثلاثى فوسفات الادينوسين السابق ذكره) ، ومستقبلات للاليكترونات ، ومانعات لها .. الخ ، وعندما يتم التاكسد في وجود الاوكسجين ، تتحول الطاقة الكيميائية الى طاقة ضوئية ، وتخترل المواد التي تاكسدت ، وتشحن الجزئيات التي فقدت طاقتها ، وتقفل الاليكترونات عائدة الى مواقعها الاولى ، وتدور العملية بسرعة هائلة دون توقف او نباطؤ ، اللهم الا اذا اراد الكائن ذلك ، والى هنا لاندرى بقينا كيف يتحكم في الاطفاء والاضاءة .

وما اكثر ما لاندرى ، وما اعظم ما نجهل .. « وما اوتسم من العلم الا قليلا » !



## المراجع

- ١ - دكتور عبد المحسن صالح دورات الحياة ، سلسلة المكتبة الثقافية .
- ٢ - د . عبد المحسن صالح الإنسان والنسبة والكون ، المكتبة الثقافية .
- ٣ - د . عبد المحسن صالح هل لك في الكون نهيض ؟ ، سلسلة العلم للجميع .
- ٤ - د . عبد المحسن صالح انت كم تساوى ؟ ، سلسلة كتاب الهلال .
- ٥ - د . عبد المحسن صالح مذكرات لذة ، سلسلة افرا .
- ٦ - د . عبد المحسن صالح اسرار المخلوقات المفضلة ، المكتبة الثقافية .
7. Asimou, I., **Realm of Measutre**, 1967 Fawcett World Library.
8. Bogen, H. J., **Biology for the Modern Mind**, 1968 The MacMillan Co., N.Y.
9. Bolin, B., **The Carbon Cycle**, 1970 Sci. Amer. 223.3
10. Droscher, V. B., **The Magic of the Senses**, 1969 Allen, W. H., London.
11. Du Praw, E. J., **Cell and Molecular Biology**, 1969 Academic Press, New York.
12. Hubbert, M. K., **The Energy Resources of the Earth**, 1971 Sci. Amer. 3.
13. Mac El Roy, W. D. and Swanson, C. P., **Cell Biology** 1968 Prentice Hall, Foundations of Biology Program.
14. Mac Graw Hill : **Encyclopedia of Sci. and Techn.**, 1960
15. Markin, A., **Power Galore**, Progress Publ. Moscow.
16. Mueller, C. G. and Rudolph, M., **Light and Vision**, 1967 Life Sci. Library.
17. Ruchlis, H., **The Wonder of Light**, 1962 Lowe & Brydone, London.
18. Starr, C., **Energy and Power**, 1971 Sci. Amer., 225 : 3.
19. Teller, E. & Latter, L., **Our Nuclear Future**, 1958 Criterion Books, Inc. New York.
20. Went, F., **The Plants**, 1965 Life Nature Library.
21. Wilson, M. : **Energy**, 1965 Life Science Library



محمّد أمين \*

## البتروّل والطاقة

### مقدمة

يعتبر البترول الآن أهم مورد للطاقة في العالم ، وذلك بالإضافة الى استخدامه الأخرى المتعددة التي ترجع الى تعدد ومرونة منتجاته ، ولذلك تعددت مناطق إنتاجه في العالم ، وأقبل عليه المستهلكون ، وأصبح العالم يتابع باهتمام وبحسابات دقيقة موارد البترول الحالية ، والتوقع منها في الأرض والبحر - كما يتابع أيضاً الموارد البديلة للبترول الطبيعي التي يمكن الاعتماد عليها لإنتاج بترول صناعي . وأخيراً ظهرت مشكلة الطاقة فأصبح البترول محور هذه المشكلة وعليه توقف علاجها على الأقل في المدى القريب ، الى أن يتمكن الإنسان من إيجاد موارد أخرى بديلة للطاقة .

---

\* خريج جامعة القاهرة عام ١٩٤٢-والكلية الإمبراطورية للعلم والصناعة عام ١٩٥١ ، انضم الى هيئة التدريس بجامعة القاهرة ( كلية العلوم ) وهو الآن رئيس مجلس إدارة مؤسسة البترول وشركات البترول .

وتتناول هذه الدراسة :

أولا - البترول وتعدد استخداماته .

ثانيا - تطور انتاج البترول وموارده الحالية والمتوقعة والموارد البديله له ، ومناطق انتاجه واستهلاكه .

ثالثا - البترول ومشكلة الطاقة .

د . محمود امين

### أولا - البترول واستخداماته المتعددة

قبل أن يصبح البترول موردا من الموارد الأساسية للطاقة ، ظهر الاهتمام به أولا كمورد لزيت الاضاءة ، ثم أصبح بعد ذلك موردا للطاقة اللازمة لإدارة الآلات ، وفي ذات الوقت موردا أساسيا لكثير من المنتجات الكيميائية اللازمة للصناعة . وأخيرا أصبح أيضا مصدرا للمواد الغذائية ، ولكن البترول لا يزال المصدر الأساسي للطاقة حتى الآن .

١ - البترول كمصدر لزيت الاضاءة ( الكيروسين ) وقد ظهر الاهتمام بالبترول في منتصف القرن التاسع عشر كمورد لزيت الاضاءة ، فقد كان الاعتماد وقتئذ على الزيت المستخرج من الفحم أو على الشموع المصنوعة من شحم الحيوان ولكنها كانت غالية الثمن لقلتها ولصعوبة الحصول عليها ولا تحدث من دخان أثناء استعمالها ، لذلك اهتم الباحثون ومنهم « الكولونيل فريس » الذي حاول استخدام البترول لاستخراج زيت الاضاءة منه ، واستخدم في ذلك البترول الذي يخرج مختلطا بالمياه من آبار المياه المالحة والذي كان يحرق للخلص منه باعتباره من الشوائب . ولقد استطاع « فريس » أن ينتج نوعا جيدا من زيت الاضاءة فأبار ذلك الاهتمام بالبحث عن البترول ، وكان فريس يدفع لشراء البرميل منه حوالي ٢٠ دولارا فشجع ذلك الكولونيل « ديك » على حفر بئر لانتاج البترول خصيصا ، واعتبر ذلك مولد صناعة البترول . وعندئذ تحولت الكثير من المعامل التي كانت تستخرج زيت الاضاءة من الفحم الى استخدام البترول كمصدر لزيت الاضاءة وهو الكيروسين . وانتشر استخدامه في الولايات المتحدة وفي أوروبا ، وكانت منافسة البترول الروسي كبيرة لأنه يمتاز بانخفاض نسبة الكبريت والبرافين ، مما يعطى أنواعا جيدة من الكيروسين ، وامتدت هذه المنافسة الى الشرق بين شركة ستاندرد الامريكية ومنافسيتها من الهولنديين والبريطانيين اللذين انضموا فيما بعد في شركة شل الهولندية الملكية .

٢ - البترول كوقود الآلات ثم كان ظهور السيارة في عام ١٩٠٨ الى احتاجت الى البنزين لادارتها فأثار ذلك الاهتمام باستخدام البنزين المنتج من البترول ، والذي كان يعتبر وقتئذ انتاجا فائضا من الحاجة . وكانت عمليات التكرير لا تستخلص من البترول الخام سوى ١٥ - ١٨ ٪ من البنزين ، لذلك تطورت عمليات تكرير البترول باستخدام طريقة التكسير الحراري التي ضاعفت كمية البنزين المستخرجة من الخام . وفي عام ١٩١٠ أصبح استهلاك البنزين يزيد على استهلاك الكيروسين .

ثم قامت الحرب العالمية الاولى ، وظهرت أهمية الطائرات ثم ازدادت هذه الاهمية بعد ان عبرت الطائرات الاطلنطى عام ١٩٢٧ فزاد الإقبال على البنزين لتموين الطائرات .

وعندما بدأ نسفيل فاطرات السكك الحديدية بمكينات الديزل في عام ١٩٣٤ أثار ذلك الاهتمام بانتاج المشتقات الوسطى من البترول كالديزل والسولار الذى استخدم أيضا لتدفئة المنازل .

وبعد الحرب العالمية الثانية زاد الاهتمام باستخدام الغازات الطبيعية والوسائل المستخرجة منها التى كان استخدامها حتى ذلك الوقت قاصرا على المدن المجاورة لآبار الغاز الى ان امكن صنع الانابيب الصالحة لنقل الغاز عبر المسافات الطويلة بأسعار مقبولة وقد امكن انتاج هذه الانابيب فى الثلاثينات ، ولكنها لم تستخدم بكثرة الا بعد انتهاء الحرب للاغراض المنزلية والصناعية ، وامتدت انابيب الغاز عبر الولايات المتحدة .

ومع الريادة فى استخدام الغازات الطبيعية زاد أيضا استخدام السوائل البترولية التى تستخلص من الغازات وأهمها الجازولين الطبيعى، الذى استخدم أيضا فى السيارات تم تبين بعد ذلك ان الجازولين الطبيعى يحوى على كمية من غاز البروبين والبوتين فامكن فصلهما لتعبئة انابيب البواجاز فى المناطق التى لا تصل اليها انابيب الغاز الطبيعى .

٣ - **البترول كمادة كيميائية** وعندما بدأت عمليات تكرير البترول استخدمت بعض منتجاته لاناج بعض المواد الكيميائية ، ولكن مع تطور عمليات تكرير البترول وتقدمها أصبح خام البترول والغازات مصدرا هائلا من مصادر المواد الكيميائية التى تعتمد عليها الصناعة اعتمادا كبيرا . وقد حدث هذا التطور الضخم منذ عام ١٩٢٠ ولكن برغم ذلك فان ما يستخدم من البترول لانتاج الكيميائيات لا يتجاوز ٢ - ٣٪ من انتاج البترول ويستخدم البترول الآن لانتاج كثير من المواد الكيميائية مثل المطاط الصناعي - الخيوط والالياف الصناعية - البلاستيك والأسمدة والمبيدات الحشرية والمنظفات الصناعية - الجلود الصناعية - والمذيبات وغيرها .

٤ - **البترول كمصدر للمواد البروتينية** وفى عام ١٩٥٩ بدأت البحوث لاستخدام البترول لتربية الكائنات الحية التى تنتج البروتين ، ويستخدم البترول فى ذلك بدلا من المواد السكرية الى تستخدم عادة لهذا الغرض . فامكن بذلك انتاج المواد البروتينية ولكنها لا تزال فى مرحلة تجريبية . ويجرى الآن تجربة استخدام هذه المواد البروتينية فى تغذية الحيوانات لتحقيق من صلاحيتها .



### مرونة منتجات البترول

ويوضح الرسم البيانى رقم ( ١ ) تطور انتاج البترول منذ ١٨٦٠ حتى الآن ، ومنه تتضح السرعة الفائقة فى زيادة انتاج البترول فى السنوات التى أعقبت انتهاء الحرب العالمية الثانية . أى منذ منتصف الأربعينات، بعد أن أصبح البترول موردا أساسيا للطاقة اللازمة للسيارات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٠٨ ) والطائرات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٢٧ ) والفطارات ( التى بدأ استخدامها عام ١٩٣٤ ) .



وكان ذلك بسبب ما يتمتع به البترول ومنتجاته من ميزات مناسبة لاستخدامه منها : -

● ان أى وقود يحتاج الى الهواء ليحترق فتنتقل منه الطاقة الكامنة ومن ثم كانت سهولة استخدام البترول كوقود في الآلات لا يتفوق به عن مواد الوقود الأخرى كالخشب ، نظرا لأن غازات وسوائل البترول تنبخر بسهولة وبذلك يسهل تحويلها الى ذرات مما يجعل البترول مناسباً لآلات الاحتراق الداخلى التى يتعدى استخدام الوقود الصلب بها كالفحم .

● ان البترول يحنوى على نسبة ضئيلة جداً من الرماد ، وهو ما يناسب استخدامه في السيارات والطائرات والقطارات .

● سهولة نقل وتخزين البترول ، نقله بالناقلات أو خطوط الأنابيب وتخزينه في المستودعات مما يجعل عمليات النقل والتخزين ذات تكلفة مناسبة لمسافات طويلة سواء بنقله في المناطق الأرضية أو البحرية .

● ان البترول يأخذ صورا متعددة منها الغازات التى تناسب الاستخدامات المنزلية ، كما يصلح أيضا في ذات الوقت لعمليات التسخين في محطات الكهرباء والمصانع . ومنها السوائل . وهذه بالتالى تنقسم الى أنواع مختلفة حسب درجة تطايرها ، فقد يكون السائل سريع التطاير كالبنزين والكروسين أو متوسط التطاير كالديزل أو ببطء التطاير كزيت الوقود . ولكل منها استخدامات مناسبة تلائم نوعا معينا من الآلات .

**فالبنزين** ويستخدم في آلات الاحتراق الداخلى كالسيارات والطائرات التى تحتاج لسائل سريع التطاير .

**والكروسين** وهو أقل تطايرا من البنزين ويستخدم في الطهى والتدفئة ، كما أصبح يستخدم أيضا في الجرافات وأخيرا في وقود النفايات .

**والديزل** وهو أقل تطايرا ويستخدم في إدارة آلات الديزل بأنواعها المختلفة سواء الآلات الصغيرة منها المستخدمة في السيارات أو في الآلات الكبيرة المستخدمة في الناقلات البحرية .

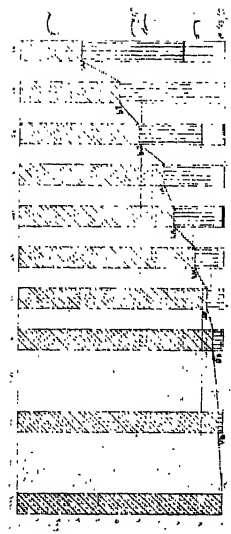
**وزيت الوقود** وهو أقل السوائل تطايرا وبالتالى فهو أقرب الى الوقود الصلب كالخشب ، ومن ثم كان استخدامه ليحل محل الفحم في توليد البخار اللازم للبواخر والمصانع ، أو أنه يتميز أو يتفوق على الفحم بإمكانية تحويله الى ذرات دقيقة قبل حرقه ، وذلك بتسخينه .

• • •

### منافسة البترول للفحم

منذ ظهر البترول وثبت امكانية إنتاجه تجاريا في ١٨٦٠ بدأ ينافس الفحم وأخذ يحل محله تدريجيا كما يتضح من الرسم البياني الذى يوضح النسبة المئوية لموارد الطاقة في العالم منذ ١٨٦٠ الى ١٩٧٠ ، ومن ذلك يتبين سرعة احلال زيت البترول والغاز محل الفحم منذ

النسبة المئوية  
لوزن الطائرات في العالم خلال الفترة ١٩٧٠ - ١٩٧٤



رسم رقم ٢

الأربعينات أى في أعقاب الحرب العالمية الثانية . وقد ساعد على هذا التطور عدة أمور يمكن ان نوجزها فيما يلي :

- ١ - مرونة وعدد استخدامات منتجات البترول السابق الاشارة اليها .
- ٢ - التناقص الطبيعي في انتاج الفحم وخاصة في أوروبا بسبب استنفاد الطبقات السمكة منه والقربية من سطح الأرض التي كان من السهل استخراج الفحم منها ، ولم يبق بعد ذلك سوى الطبقات الرقيقة السمك التي توجد على أعماق كبيرة وبالتالي يصعب استغلالها .
- ٣ - صعوبة العمل في مناجم الفحم التي لاتزال تعتمد الى حد كبير على الجهد البشرى في تعقب طبقات الفحم مما يتير كثيرا من المتاعب مع عمال مناجم الفحم برغم ارتفاع أجورهم .
- ٤ - ما يسببه احراق الفحم من تلوث الجو وخاصة لاحتواء الفحم عادة على نسبة كبيرة من الكبريت . وهذا العامل بالذات كان من اهم العوامل التي دفعت الصناعة الامريكية الى الاعتماد على البترول بدلا من الفحم في محطات الكهرباء برغم وجود الفحم بكميات كبيرة بالقرب من سطح الأرض .
- ٥ - ومما ساعد ايضا على الانتقال من الفحم الى البترول - تحطيم الصناعة الاوربية في الحرب العالمية الثانية وهي صناعة كانت تعتمد على الفحم ولذلك كان من الطبيعي أن تتحول هذه الصناعة الى البترول عند اعادة بنائها وأن لا تعود تانية الى الفحم .

### ثانيا - تطور انتاج البترول

يبلغ انتاج البترول الآن حوالي ٥٦ مليون برميل يوميا ، وقد تصاعد هذا الانتاج بسرعة فائقة منذ نهاية الحرب العالمية الثانية بعد أن كان تصاعده قبل ذلك بطيئا . فعندما بدأ الانتاج عام ١٨٦٠ لم يكن يتجاوز انتاج العالم في ذلك الوقت ألف برميل يوميا . ثم ارتفع الى حوالي ٨٠ ألف في عام ١٨٨٠ والى ٤٠٠ ألف برميل يوميا عام ١٩٠٠ ، ثم بدأت تزداد سرعة زيادة الانتاج مع بدء استعمال السيارات والطائرات والقطارات فارتفع هذا الانتاج الى : -

٩٠٠ ألف برميل يوميا سنة ١٩١٠

و ١٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٢٠

و ٣٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٣٠

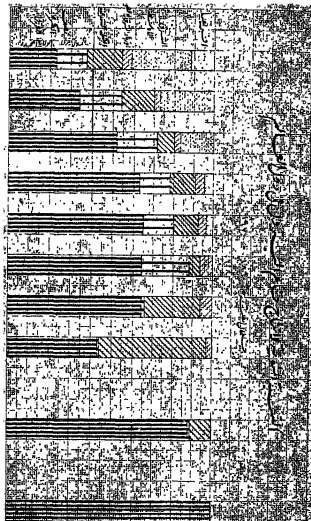
و ٥٨ مليون برميل يوميا عام ١٩٤٠

ثم قفز هذا التصاعد بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية الى : -

١٠ر٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٥٠

٢٠ر٩ مليون برميل يوميا عام ١٩٦٠

٤٦ر٠ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠



٢  
٣  
٤  
٥  
٦  
٧  
٨  
٩  
١٠  
١١  
١٢  
١٣  
١٤  
١٥  
١٦  
١٧  
١٨  
١٩  
٢٠  
٢١  
٢٢  
٢٣  
٢٤  
٢٥  
٢٦  
٢٧  
٢٨  
٢٩  
٣٠  
٣١  
٣٢  
٣٣  
٣٤  
٣٥  
٣٦  
٣٧  
٣٨  
٣٩  
٤٠  
٤١  
٤٢  
٤٣  
٤٤  
٤٥  
٤٦  
٤٧  
٤٨  
٤٩  
٥٠  
٥١  
٥٢  
٥٣  
٥٤  
٥٥  
٥٦  
٥٧  
٥٨  
٥٩  
٦٠  
٦١  
٦٢  
٦٣  
٦٤  
٦٥  
٦٦  
٦٧  
٦٨  
٦٩  
٧٠  
٧١  
٧٢  
٧٣  
٧٤  
٧٥  
٧٦  
٧٧  
٧٨  
٧٩  
٨٠  
٨١  
٨٢  
٨٣  
٨٤  
٨٥  
٨٦  
٨٧  
٨٨  
٨٩  
٩٠  
٩١  
٩٢  
٩٣  
٩٤  
٩٥  
٩٦  
٩٧  
٩٨  
٩٩  
١٠٠



ومنذ عام ١٨٦٠ حدثت تطورات كبيرة في توزيع مناطق انتاج البترول ( كما يتضح من الرسم رقم ٣ ) كان من أبرزها ما يأتي :-

**أ - نصف الكرة الغربى** كانت الولايات المتحدة الامريكية هي المنتج الاساسى للبترول في نصف الكرة الغربى منذ بدء الصناعة في عام ١٨٥٩ ، واحتفظت بهذا المستوى الى ان انتزعت منها روسيا التي استطاعت ان تنتج حوالى ٥٠٢ / في عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت الولايات المتحدة ان انتزعت ذلك ثانية من روسيا باكتشاف الحفول الغزيرة الانتاج بها في اوائل القرن العشرين الذى اعاد الى نصف الكرة الغربى تفوفه في انتاج البترول ، ثم ساعد على ذلك اكتشاف البترول بغزارقة المكسيك التى انتج في عام ١٩٢٠ حوالى ٢٢٨٪ من انتاج العالم ، ثم لحقتها فنزويلا التى تصاعد انتاجها واستطاعت ان تنتج في عام ١٩٥٠ حوالى ١٤٤ / من انتاج العالم .

وبذلك استطاع نصف الكرة الغربى ان يتصدر مناطق الانتاج خلال المائة سنة الاولى حتى ١٩٦٠ ، ولكنه ما لبث ان فقد هذا المستوى خلال السنوات الماضية نتيجة لتصاعد انتاج الشرق الاوسط وافريقيا ودول الكتلة الشرقية ، ولذلك انخفض نسبة ما ينتجه نصف الكرة الغربى الى حوالى ٣٧٪ من الانتاج العالمى عام ١٩٧٠ .

**ب - الشرق الاوسط** بدأ الشرق الاوسط دوره في انتاج البترول في اوائل القرن العشرين ولكنه لم يصبح لانتاجه أهمية واضحة الا بعد الحرب العالمية الثانية فانتج حوالى ١٦٩٪ من انتاج العالم في عام ١٩٥٠ وحوالى ٢٥٪ في عام ١٩٦٠ وحوالى ٣٠٪ في عام ١٩٧٠ .

**ج - الكتلة الشرقية** وتدرج الانتاج في دول الكتلة الشرقية منذ السنوات الاولى لبدء صناعة البترول في العالم الى ان تصدرت روسيا الدول المنتجة للبترول في عام ١٩٠٠ ولكن ما لبثت ان فقدت هذه الصدارة باكتشاف الحقول الجديدة في امريكا ، ثم تعرضت حقول البترول في روسيا الى تدمير اثناء الحرب العالمية الاولى ، ثم بدأ انتاج الكتلة الشرقية يرتفع تدريجيا خلال العشرين سنة الماضية الى ان بلغ حوالى ١٦٨٪ من الانتاج العالمى في عام ١٩٧٠ .

**د - افريقيا** ظلت افريقيا مجهولة بتروايات طوال المائة سنة الماضية وكان معظم انتاجها من مصر الى ان تفجرت حقول البترول في نيجيريا وليبيا والجزائر منذ حوالى خمسة عشر عاما فأصبح انتاج افريقيا يمثل حوالى ١١٪ من الانتاج العالمى في عام ١٩٧٠ .

**هـ - الشرق الاقصى** ورغم أن البترول قد ظهر في هذه المنطقة منذ السنوات الاولى لصناعة البترول وكان يتراوح بين ٤ و ٥٪ من انتاج العالم في اوائل القرن العشرين ، الا ان انتاج هذه المنطقة لم يتطور ، بل انخفض نسبيا واصبح لا يكون سوى ٢٢٪ من انتاج العالم في عام ١٩٧٠ .

**و - اوروبا الغربية** ان اوروبا الغربية كانت ولا تزال على مر السنين اقل مناطق العالم انتاجا للبترول فلم يتجاوز انتاجها حوالى ٥٪ خلال السنوات الطويلة الماضية ، ثم ارتفع اخيرا الى ١٥٪ في عام ١٩٧٠ رغم ما يبذل فيها من جهود كبيرة للكشف عن البترول .

### مصادر البترول الحالية والتوقعة

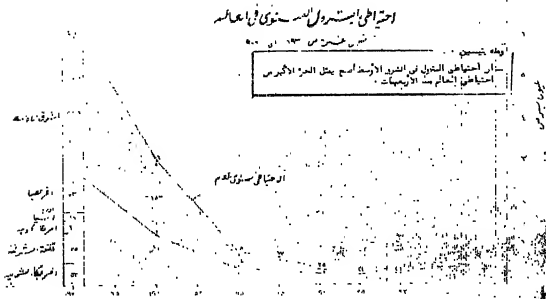
من المقدّر ان اجمالي كميات البترول التي يمكن استخراجها من طبقات الأرض تبلغ حوالي ٢٠٠ بليون برميل يوميا :-

● انتج واستهلك منها العالم حتى الآن ٢٧٥ بليون برميل منذ عام ١٨٦٠ .

● ويوجد منها حوالي ٦٠ بليون برميل كمخزون في الحقول التي تم اكتشافها وهي الكمية الثابت وجودها والتي يمكن استخراجها اقتصاديا .

● ومن المقدّر انه من الممكن اكتشاف ما بين ٧٦٠ الى ١٠٧٠ بليون برميل أخرى في المناطق التي لم تستكشف بعد وخاصة في المناطق المغمورة بالمياه .

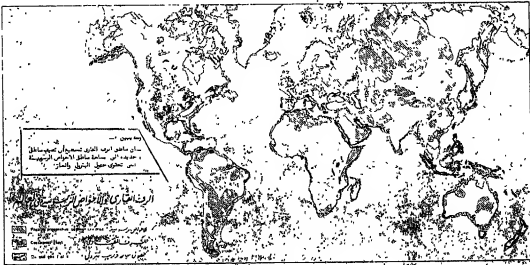
**رصيد البترول في العالم حاليا** يوجد في العالم الآن حوالي ٦٠٠ بليون برميل وهي كمية البترول التي يمكن استخراجها من حقول البترول المكتشفة بالطرق المتعارف عليها . ومعظم هذه الكمية موجود في دول البترول بالشرق الاوسط . ويوضح الرسم البياني المرفق ( رسم ٤ ) كيف تطور رصيد البترول في العالم خلال الأربعين سنة الماضية . فلم يكن هذا الرصيد يتجاوز ٨٠ بليون برميل في عام ١٩٥٠ ثم بلغ ٣٠٠ بليون برميل في عام ١٩٦٠ ثم بلغ حوالي ٦٠٠ بليون برميل عام ١٩٧٠ . ومنذ الخمسينات بدأ الشرق الاوسط يكون جزءا كبيرا من رصيد البترول في العالم . فقد بلغ حوالي ٤٠ بليون برميل من اجمالي ٨٠ بليون في العالم . ثم أصبح ١٨٣ بليون برميل من



اجمالى ٣٠٠ برميل عام ١٩٦٠ نم بلغ ٣٣٥ بليون برميل من اجمالى حوالى ٦٠٠ بليون برميل فى العالم عام ١٩٧٠ .

**البتترول المتوقع اكتشافه** قد يبدو لأول وهلة أن رصيد البتترول المؤكد وجوده وهو ٦٠٠ بليون برميل رقم كبير نسبيا بالنسبة للكمية التى استنفدها العالم خلال ١١٠ سنة الماضية وهى ٢٧٥ بليون برميل . ولكن الواقع أن العالم بمعدل الاستهلاك الحالى الذى يتضاعف كل عشر سنوات يستطيع أن يستهلك هذه الكمية خلال عشرين سنة ما لم يحاول العالم الاقتصاد فى استهلاك البتترول ، وما لم تتجه صناعة البتترول الى اكتشاف المزيد منه فى المناطق القطبية والمناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات .

**ولا شك أن البتترول الذى تم اكتشافه حتى الآن هو الأسهل أو الأقرب مثلا والموجود فى مناطق يمكن الوصول اليها بسهولة - ولكن هناك مناطق لم يرتادها الباحثون بعد لصعوبة وارتفاع تكلفة العمل بها كالمناطق القطبية وبحر الشمال . وأهم من ذلك شواطئ المحيطات والمناطق العميقة المغمورة بالمياه . فمن المقدّر مثلا أن رصيد البتترول الموجود فى المناطق المغمورة بمياه البحار والمحيطات يساوى رصيد البتترول فى المناطق التى لا تغطيها مياه البحار . ولكن رصيد البتترول فى المناطق المغمورة لا يتجاوز الآن ١١٥ بليون برميل أى حوالى ١٩٪ من رصيد البتترول فى العالم . وذلك بسبب صعوبة وارتفاع تكلفة الكشف عن البتترول فى المناطق المغمورة ، ولكن عمليات البحث تتجه الآن نحو هذه المناطق بعد تطور أساليب التنقيب والحفر فى المياه العميقة ، وبعد أن أصبحت اقتصادياتها مناسبة على اثر ارتفاع اسعار البتترول . كل ذلك سوف يؤدى لاكتشاف المزيد من البتترول فى هذه المناطق ، وهذا ما يتوقعه الباحثون عن البتترول ويتطلعون الى هذه المناطق كمصدر أساسى للبتترول الذى لم يكتشف بعد . وتوضح الخريطة المرفقة ( رقم ٥ ) توزيع هذه المناطق فى العالم . وهى تحيط بشواطئ القارات الخمس وتشمل البحار القليلة العمق نسبيا ، كالبحر الأبيض المتوسط وبحر الشمال وبحر اليابان والبحر الأحمر والبحر الأسود .**



رسم رقم ٥

ومن دراسة قامت بها هيئة الأمم المتحدة عن امكانات قاع البحر من موارد معدنية يتبين ان شواطئ القارات التي تعرف باسم الحد القارى - Continental Margin يتكون من ثلاثة اجزاء هى :-

٢ - **المنحدر القارى (Continental Shelf)** وهى المنطقة الممتدة بين حد الأمواج الى بدء المنحدر القارى ، ويتراوح عرضها من عشرة الى بضعة مئات من الأميال وعمقها من ٢٠ الى ٦٥٠ مترا بمتوسط قدره ١٣٠ مترا . وتشمل أيضا بحار - بحر الشمال والادرياتيک وبحر شرق الصين وغيرها .

٢ - **المنحدر القارى (Continental Slope)** وهى المنطقة القليلة الانحدار والتي تفصل بين المنحدر القارى وقاع المحيطات ، وتكون معظم الشاطئ الشرقى لأمريكا الشمالية والجنوبية وبحر العرب وخليج البنغال وشرق أفريقيا وجزءا كبيرا من غرب أفريقيا .

وتدل الدراسة على ان الطبقات المغمورة بالمياه والتي هى تحت الرف القارى والجزء الاعلى من المنحدر القارى والتي تمتد حتى ٦٠٠ او ١٠٠٠ متر عمقا ، ذات احتمالات بترونية كبيرة كما انها فى متناول أجهزة الحفر أيضا .

٣ - ويدخل فى اطار المناطق البحرية ذات الاحتمالات البترولية أيضا المناطق التى يغطيها البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر والبحر الاسود وبحر اليابان .

**بتروى بحر الشمال** ويعتبر بحر الشمال من امثلة المناطق المغمورة بالمياه الى لقيت اهنعما فاعطت نتائج بترولية ايجابية . فبحر الشمال هو جزء من الرف القارى لأوروبا الذى يمتد فى هذه المنطقة وغطي مساحة كبيرة ، ونتيجة لعمليات الكشف والحفر امكن اكتشاف عدة حقول للغاز ولزيت البترول .

**فمن الغاز** امكن اثبات وجود حوالى ٢٣ الف بليون قدم مكعب بالإضافة الى حوالى ١٤ أخرى متوقعة .

**ومن زيت البترول** امكن اكتشاف عدد كبير من الحقول بدأ الانتاج من بعضها ويجرى اعداد بعضها للانتاج وبتقدير اجمالى رصيد البترول الذى يمكن استخراجه منها ما بين ١٤ - ٢٠ بليون برميل فى المياه الانجليزية والنرويجية .

ولكن اكتشاف هذه الكميات من الغاز وزيت البترول قد استلزم اتفاق اموال طائلة تبلغ اضعاف ما ينفق فى المناطق الأرضية .



### الوارد البديلة للبترول

وقبل ان ينجح الانسان فى استخراج البترول الطبيعى من باطن الأرض بحفر الآبار كانت هناك جهود عديدة تبذل للاستفادة من الفحم والطفلة البترولية Oil Shale لاستخراج زيت الاضافة ، ولكن هذه الجهود اخذت تتراخى تدريجيا مع تدفق البترول الطبيعى بوفرة من الحقول فلم يعد هناك مبرر لتحمل العناء والتكاليف الباهظة لاستخراج الوقود من الفحم أو الطفلة

البتروولية . ولكن يبدو ان التاريخ يعيد نفسه الآن فيعود الانسان ليهتم ثانية بهذه الموارد لاننتاج البترول الصناعي كبديل للبترول الطبيعي بعد ان بدأت دلائل عدم كفاية احتياطي البترول وارتفاع اسعاره .

ويستخرج البترول الصناعي من :-

١ - الفحم .

٢ - الرمال البتروولية - Tar Sands

٣ - الطفلة البتروولية - Oil Shale

**والفحم** يوجد بكميات هائلة في العالم تبلغ حوالي ٩٠٠٠ بليون طن ، بعضها مؤكد وبعضها متوقع . وم معظم هذه الكميات يوجد في الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة والصين حيث يوجد حوالي ٨٠٠٠ بليون طن والباقي وهو ١٠٠٠ بليون طن في بقية ارجاء العالم . وهناك طرق متعددة لتحويل الفحم الى زيت البترول ولكنها تزال في مرحلة التجارب المتوسطة الحجم ومنها ايضا تحويل الفحم الى غاز .

**اما الرمال البتروولية** Tar Sands وهي عبارة عن طبقات رملية مشبعة بمادة بتروولية واشهرها ما يوجد في انا باسكا بكندا - وتوجد غالبية هذه الرمال في نصف الكرة الغربي وبصفة خاصة في كندا وفنزويلا . وتقدر كميات البترول التي تحتويها هذه الرمال بحوالي ١٤٦٧ بليون برميل ولكن بعض هذه الرمال يمكن استخراجه بسهولة لوجوده بالقرب من سطح الارض والبعض يصعب استخراجه لوجوده على عمق ٢٠٠٠ الى ٣٠٠٠ قدم تحت السطح .

الموقع	ما يحتويه من بترول ( بليون برميل )	عمقه في باطن الارض
كندا	٧٦٠	حتى ٢٠٠٠ قدم
فنزويلا	٧٠٠	حتى ٣٠٠٠ قدم
الولايات المتحدة	٢	حتى ٢٠٠٠ قدم
مالاجاس	٢	حتى ١٠٠٠ قدم
مناطق اخرى	٢	

وتقوم شركة صن اويل بتشغيل معمل لانتاج البترول من هذه الرمال بمعدل ٤٥ ألف برميل يوميا . وانتاج هذه الكمية يحتاج الى معالجة حوالي ١٠٠ ألف طن من الرمال يوميا يجري استخراجها من تحت سطح الارض الى عمق ١٠٠ قدم باساليب التنجيم العادية ، ثم تنقل هذه الرمال الى اجهزة خاصة لمعالجتها بالمياه الساخنة والبخار والكيماويات فتنتج مادة بتروولية تشبه البترول العادي . وقد بلغت تكلفة هذه الوحدة حوالي ٢٤٠ مليون دولار ، وهذا ما يوازى اضعاف ما يتكلفه حقل بترول ينتج هذه الكمية من البترول .

وأخيرا فإن الطفلة البترولية Oil Shale عبارة عن صخور طينية تحتوى على مادة بترولية وتوجد بصفة خاصة في الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي والصين والبرازيل . ويقدر ما تحتويه هذه الصخور من البترول بحوالي ٦٨٥٠ بليون برميل . ولكن لا يمكن استخراج الا قدر قليل من هذه الكمية لما يحتاجه ذلك من معالجة الصخور بتسخينها الى درجة ٧٠٠ درجة فهرنهايت حتى تتحلل المادة البترولية (كيروجين) منتجة نوعا من الزيت الخفيف . ويتراوح ما ينتجه الطن الواحد من الصخور ما بين ١٠ - ١٠٠ جالون من الزيت . ويوجد الجزء الاكبر من هذه الصخور في الولايات المتحدة الامريكية وبالذات في ولايات كولورادو ويوتا ويومنج . ويقدر انه يمكن استخراج حوالي ٨٧٠ بليون برميل منها ، أى ضعف كمية البترول المخزونة في حقول الشرق الاوسط وأفريقيا . ولكن عملية استخراج هذا البترول معقدة ومكلفة وهناك محاولات لاستخدام التفجيرات الدرية للمعاونة في استخراج البترول المختزن في هذه الصخور . والمشروع الوحيد الجارى الاعداد له لانتاج البترول من هذه الصخور سيقام في البرازيل لانتاج ٥٨ الف برميل يوميا .

وتعتبر الرمال المشبعة بالبترول Tar Sands أسهل الموارد استغلالا لانتاج البترول الصناعي تليها الطفلة البترولية ثم الفحم . ولذلك فمن المقدّر أن يبلغ انتاج البترول الصناعى الذى سيستخرج في عام ١٩٨٥ على الوجه التالي : -

حوالي ١٢ مليون برميل يوميا من الرمال المشبعة بالبترول .

من ١٠٠ - ٤٠٠ الف برميل يوميا من الطفلة البترولية .

حوالي ٨٠ الف برميل يوميا من الفحم .

ولكنه لا شك أن ارتفاع اسعار البترول منذ اكتوبر الماضى وما هزمت له الدول الصناعية المستهلكة للبترول من خفض أو منع البترول عنها سوف يدفعها الى بذل جهد مضاعف في تنمية هذه الموارد .



### مناطق انتاج واستهلاك البترول

بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٧٣ حوالي ٥٦ مليون برميل يوميا من زيت البترول بخلاف الغازات الطبيعية . وخلال الثلاثين سنة الماضية ، تضاعف استهلاك البترول مرة كل عشر سنوات على مستوى العالم . ولكن الدول تتفاوت في معدل استهلاكها للبترول تبعاً لما تستهلكه من موارد الطاقة الاخرى كالفحم والغاز والقوى المائية ، وذلك تبعاً لمستوى تطورها الحضاري والصناعي بصفة خاصة . ويمكن تقسيم العالم الى مجموعات من الدول كما يوضح الرسم رقم ٦ - وهذه المجموعات هي : -

١ - أمريكا الشمالية : وتشمل كندا والولايات المتحدة الامريكية .

وهي من اكثر مناطق انتاج واستهلاك البترول في العالم . فقد كانت الولايات المتحدة



دولة مصدرة للبترول حتى عام ١٩٤٨ . وبعد ذلك أصبحت تكافى حاجتها ، ثم بدأت بعد ذلك تستورد البترول لتستكمل حاجة استهلاكها المتزايد منه ، وخاصة بعد أن بدأ انتاجها المحلي يتناقص ابتداء من ١٩٧٠ ومعنى هذا أن الولايات المتحدة تحولت من مجموعة الدول المصدرة للبترول الى مجموعة الدول المستوردة للبترول. ولكن يبدو أن هذه المرحلة هي مجرد مرحلة مؤقتة لأن لدى أمريكا الشمالية موارد من البترول والفحم والنفط والرمال البترولية كفيلة بأن تعيد إليها مكانتها البترولية السابقة .

٢ - **أوروبا الغربية** وتشمل مجموعة دول غرب أوروبا . وهي **ثاني منطقة تستهلك البترول في العالم بعد منطقة أمريكا الشمالية** . ورغم أن دول غرب أوروبا تنتج البترول من وقت طويل ، إلا أن انتاجها كان ولا يزال يقل كثيرا عن حاجة هذه الدول من البترول ، بل أن الفجوة بين معدل ما تنتجه من البترول ومعدل الزيادة السنوية في الاستهلاك تتزايد عاما بعد عام . ويبدو أنها سوف تستمر على هذا الحال برغم اكتشاف غازات وبترول بحر الشمال الذي لا يغطي جزءا صغيرا فقط من استهلاك أوروبا الغربية من البترول .

٣ - **شرق آسيا** : وتشمل مجموعة دول شرقي آسيا وأستراليا . وهي **في مجموعها منطقة تستهلك البترول أكثر مما تنتج** ، لأنها تضم اليابان وأستراليا والهند وبقية دول شرق آسيا التي تستهلك كميات كبيرة من البترول . وتضم هذه المنطقة اندونيسيا التي تنتج من البترول أكثر من استهلاكها وبالتالي تصدر معظم انتاجها الى الدول المجاورة وخاصة اليابان .

٤ - **أمريكا اللاتينية** وتضم دول أمريكا الجنوبية وهي **في مجموعها دول تنتج من البترول أكثر مما تستهلك** وبالتالي فهي من مناطق تصدير البترول . فهي دول مصدرة للبترول وفي مقدمتها فنزويلا ومنها أيضا ترينداد وكولومبيا . وبقية دول هذه المنطقة تنتج أيضا البترول ولكن ما تنتجه لا يكفي استهلاكها ، لذلك تستورد بعض البترول لاستكمال حاجتها ومن ذلك البرازيل والمكسيك والأرجنتين .

٥ - **الشرق الأوسط** تشمل دول الخليج العربي كما تشمل تركيا وسوريا . وهي **أكثر منطقة منتجة ومصدرة للبترول** ، لأن ما تستهلكه دول هذه المنطقة من البترول لا يشمل إلا جزءا ضئيلا جدا من انتاجها .

٦ - **أفريقيا** تشمل دول القارة الأفريقية ، وهي **منطقة تعتبر الآن من مناطق تصدير البترول بعد ظهور بترول ليبيا والجزائر ونيجيريا** . وكانت عام ١٩٦٠ منطقة يزيد فيها استهلاك البترول عن انتاجه .

٧ - **الكتلة الشرقية** وتضم الصين والاتحاد السوفيتي ودول شرقي أوروبا . وهي **منطقة تنتج البترول بكمية تزيد قليلا عن حاجة استهلاكها المحلي** ولذلك تصدر القليل من انتاجها الذي يفيض عن حاجتها .



## ملخص انتاج واستهلاك البترول في العالم ١٩٧٢ - بمليون برميل يوميا

أو صدرت	فاستوردت	واستهلكت	أنتجت	
	١٩٨٨ر٥	١٨٥٧٧	١٣٣٧٩	امريكا الشمالية
	١٢٧٨٩ر١	١٣٢٥٣	٤٦٤ر-	أوربا الغربية
	٥٠٦ر٥	٦٩٤٨	١٨٨٨٣	شرق آسيا
١٦٧٤ر١		٢٨٠٣	٤٤٧٧ر٤	امريكا اللاتينية
١٧٥٠٨ر١		٩٠٦ر-	١٨٤١٤	الشرق الاوسط
٤٣٨١ر٤		١٣٤٠	٥٧٢١ر٥	افريقيا
٥١٥ر-		٨٣٦٨	٨٨٨٣ر٨	الكتلة الشرقية
٢٤٠٣٣ر٢	٢٣٠٥٢ر٢	٥٢١٩٥ر٥	٥٣٢٢١ر٥	المجموع

ومعنى هذا أن الكمية التى تتحرك فى الاسواق تبلغ حوالي ٢٤ مليون برميل يوميا .



## ثالثا : البترول ومشكلة الطاقة

يسهد العالم اندفاعا شديدا نحو استهلاك البترول وتنافس الدول الصناعية الكبرى على استيراد البترول بكميات تزيد عاما بعد عام ، ولم يمد ذلك التهاافتعلى الاستهلاك قاصرا على اليابان وأوروبا التى تفنقر الى موارد الطاقة ، بل امتد ايضا الى الولايات المتحدة الامريكية التى برغم ما لديها من موارد عذبة للطاقة ، الا انها اندفعت هي الاخرى نحو استيراد البترول بكميات متزايدة .

**فاوروبا الغربية** بلغ استهلاكها من البترول عام ١٩٧٠ حوالي ١٢ مليون برميل انتجت منها محليا حوالي ٣- مليون فقط والباقي استوردته من الخارج . ويقدر أن مبلغ استهلاكها فى عام ١٩٨٥ سيكون ٢٥ مليون برميل يوميا ينتج منها محليا حوالي ٥ر٤ مليون برميل والباقي وهو ٢٠ر٥ مليون برميل عليها ان تستورده من الخارج .

**واليابان** يرتفع استهلاكها من البترول من ٤ مليون برميل يوميا عام ١٩٧٠ الى ١٠ر٧ مليون برميل يوميا عام ١٩٨٥ . ومن المفروض ان تستورد كل هذه الكمية من الخارج .

**والولايات المتحدة الامريكية** بلغ استهلاكها عام ١٩٧٠ حوالي ١٥ مليون برميل يوميا ، ولكنها انتجت من ذلك حوالي ١١ مليون برميل يوميا ، واستوردت الباقي وقدره ٤ مليون برميل يوميا . ويقدر ان يرتفع استهلاكها عام ١٩٨٥ الى ٣٠ مليون برميل يوميا . ولكن بسبب انخفاض انتاجها فانها سوف تستورد حوالي ٢٠ مليون برميل يوميا . . ونظرا للتناقص المتوقع لانتاج البترول فى فنزويلا

التي تعطى الولايات المتحدة الأمريكية معظم حاجتهما من البترول ، لذلك نتجه أمريكا الى الشرق الأوسط للحصول على حاجتها .

ونتيجة لذلك يتعرض رصيد البترول المخزون في العالم والذي يبلغ حوالي ٦٠٠ بليون برميل للاستنفاد السريع لأن هذه الكمية لا تحتل سرعة الاستهلاك الذي يتضاعف كل عشر سنوات ، ما لم يتم اكتشاف حقول جديدة تضاف الى رصيد البترول الثابت .

**ونتيجة لذلك أيضا يشهد العالم من ناحية أخرى نقصا في الطاقة الانتاجية الفائضة لحقول البترول . فانتاج حقول البترول يكاد يعادل حاجة الاستهلاك العالمي المتزايد بفرق ضئيل جدا وهو وضع لم يواجهه العالم من قبل . فقد كانت مناطق الانتاج تحتفظ دائما بطاقة انتاجية فائضة تطلقها عند اللزوم في وقت الأزمات .**

**ففي أكتوبر ١٩٥١ -** أثناء أزمة تأمين البترول الإيراني ، وقف انتاج ايران وهو يمثل ٧٪ من انتاج العالم من الخام ، ٢٧٪ من المنتجات البترولية اللازمة للعالم الغربي ( ١٥٠ الف برميل خام و ٥٠٠ الف برميل منتجات بتروية يوميا ) . ولكن بوجود الطاقة الانتاجية الفائضة في أمريكا وفنزويلا ودول الخليج العربي أمكن تعويض النقص .

**وفي أكتوبر ١٩٥٦ -** عند إغلاق قناة السويس والآناب . فقدت أوروبا الغربية ٣٠٪ من البترول الذي يصلها في نوفمبر ١٩٥٦ . ولكن بوجود فائض طاقة انتاجية في أمريكا ( التي رفعت صادراتها لأوروبا من ٥٠ الى ٥٠٠ الف برميل يوميا ) وفنزويلا ( التي رفعت انتاجها من ٦٧٠ الى ٨٤٠ الف برميل يوميا ) أمكن تعويض النقص .

**ولكن في أكتوبر ١٩٧٣ -** عندما انقصت الدول العربية انتاجها ٢٥٪ وهو ما يوازي ٥ مليون برميل تعذر تعويض هذا النقص لعدم وجود فائض طاقة انتاجية بهذا المقدار . فايران ونيجيريا واندونيسيا وفنزويلا مثلا لم تستطع أن تزيد انتاجها لتغطية هذا النقص . وكذلك أمريكا لم يكن لديها ما يكفي لتعويض هذا النقص وخصوصا بعد منع البترول عنها الذي بلغ حوالي ٣ مليون برميل يوميا .

وعدم وجود هذه الطاقة الانتاجية الفائضة له أسباب عديدة نعملها فيما يلي :

**أولا - انخفاض أسعار البترول -** منذ بدأ انتاج البترول في الشرق الأوسط ، تعرضت أسعاره لضغط شديد لخفض أسعاره . أول تقييد أسعاره بسعر البترول الأمريكي في خليج المكسيك ثم تانيا بتحديد أسعاره وفق مصالح المستهلكين في أوروبا . وبذلك ظل سعر البترول في الشرق الأوسط يقل أو يزيد قليلا على دولارين للبرميل . وظل على هذا المستوى حتى أوائل السبعينات عندما بدأت أزمة النقد العالمي ، فارتفع قليلا عن هذا المستوى حتى بلغ حوالي ٣ دولارات للبرميل في أكتوبر ١٩٧٣ . وفي منتصف أكتوبر ١٩٧٣ اتخذت الدول المنتجة للبترول قرارها الهام برفع أسعار البترول ، فارفعت أسعاره تدريجيا الى أن وصل قيمته الحالية وهي حوالي ١١.٦

دولار للبرميل من البترول العربي الخفيف (جدول رقم ١) . وقد ترتب على انخفاض سعر البترول طوال السنوات الماضية نتائج عديدة منها : -

( جدول رقم ١ )

تطور أسعار البترول في الشرق الأوسط محتملاً في  
سعر البترول العربي الخفيف من درجة ٣٤ فوب  
رأس تنورة بالخليج العربي

السعر	السنوات
١٣٣ دولار	متوسط الفترة من ١٩١٣ - ١٩٤٧
١٧٢	١٩٥٠
١٩٣	سبتمبر ١٩٥٦
٣٠٨	يوليه ١٩٥٧
١٩٩	فبراير ١٩٥٩
١٨٠	سبتمبر ١٩٦٠
٢١٨	فبراير ١٩٧١
٢٢٨	يونيه ١٩٧١
٢٤٧	يناير ١٩٧٢
٢٥٩	يناير ١٩٧٣
٢٧٤	ابريل ١٩٧٣
٢٨٩	يونيه ١٩٧٣
٢٩٥	يوليه ١٩٧٣
٣٠٠	اغسطس ١٩٧٣
٥١١	اكتوبر ١٩٧٣
٥١٧	نوفمبر ١٩٧٣
١١٦٥	يناير ١٩٧٤

١ - الاندفاع في استهلاك البترول وخاصة في امريكا التي يبلغ متوسط استهلاك الفرد فيها ١١ طن سنوياً مقابل ٥ - ٦ طن في أوروبا ومقابل ما متوسطه ٣ طن للفرد في العالم ، ويتمثل ذلك في الاندفاع باستخدام السيارات الخاصة التي تستهلك البنزين بنسبة بحيت أصبحت الوسيلة الأساسية للانتقال بدلا من وسائل النقل الجماعية كالانوييسات والقطارات وما يرتب على ذلك من ارتفاع استهلاك الفرد /كيلو متر الذي يبلغ في حالة السيارة الخاصة أربعة أمثال استهلاك الفرد/ كيلو

متر في حالة استخدام الانوييس ، ويساوي ٢٥ مرة استهلاك المرد/ كيلو متر في حالة استخدام القطار . ويتضح هذا الاسراف بآكثر من ذلك في نقل المهمات كما يتبين من الجدول الاتي : -

متوسط استهلاك الطاقة في عمليات النقل في الولايات المتحدة		الوحدة الحرارية للراكب/ كيلو متر
نقل الركاب بين المدن		
الانوييس	١٠٩٠	
القطار	١٧٠٠	
السيارة	٤٢٥٠	
الطائرة	٩٧٠٠	
نقل الركاب داخل المدن		
الانوييس	١٢٤٠	
السيارة	٥٠٦٠	
نقل البضائع بين المدن		
حطوط الانابيب	٤٥٠	( الوحدة الحرارية للطن/ كيلو متر )
النقل المائي	٥٤٠	
القطار	٦٨٠	
اللودي	٢٣٤٠	
الطائرات	٣٧٠٠	

ويتمثل هذا الاسراف أيضا في عدم الاهتمام بالمواد العازلة في بناء المساكن والمكاتب ، نظرا لان تكلفة هذه المواد العازلة اكبر من تكلفة ما يضيع من الوقود اللازم لتدفئة أو تبريد هذه المساكن .

#### ( ب ) عدم اهتمام الشركات في البحث عن البترول في المناطق النائية أو المناطق المغمورة بالمياه

نظرا لارتفاع تكاليف عملية البحث بها . الامر الذي يجعل الشركات تتجنب العمل بها رغم وجود دلائل كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن اوضحت ذلك فيما سبق .

وكذلك عدم اهتمام الشركات بتنمية الحقول القليلة الانتاج والتي يوجد منها الكثير في أمريكا باعتبارها ضئيلة الانتاج وان انتاجها الضئيل لا يحقق للشركات عائدات اقتصادية مجزية تشجعها على الاستغلال . وذلك بالإضافة الى عدم اهتمام الشركات باجراء عمليات الاستخلاص الثانوية في حقول البترول القديمة أو اجراء عمليات الاستخلاص . فمن المعروف ان حقول البترول لا تنتج في العادة سوى ٣٠ - ٤٠ ٪ من البترول المخزون بها . وأن زيادة هذه النسبة تحتاج الى حقن المياه او الغازات في هذه الحقول لدفع البترول الى سطح الارض وهي عملية تحتاج الى استثمارات كبيرة ولكنها تزيد كمية البترول التي يمكن استخدامها من هذه الحقول . فمن المفرد مثلا ان عمليات الاستخلاص الثانوية تستطيع ان تضيف الى الرصيد الموجود حاليا في أمريكا مثلا حوالي ٥٠ بليون برميل بالإضافة الى الرصيد الموجود حاليا في أمريكا وقدره ٣٦ بليون برميل الذي يمكن انتاجه بطرق الاستخلاص العادية .

ونتيجة لذلك أصبح مقدار ما يستهلكه العالم سنويا من البترول يزيد في السنوات الثلاث الاخيرة على مقدار الزيادة في رصيد البترول خلال هذه الفترة .

**ج - عدم اهتمام الشركات بالبحث عن موارد بديلة للبترول** كانتاج البترول الصناعي من الفحم والرمال والطفلة البترولية رغم ما نستطيع أن تعطيه هذه الموارد الطبيعية من كميات هائلة من الطاقة ، ولكن نظرا لارتفاع تكلفة استخراجها فان الشركات تتجنبها طالما بقيت اسعار البترول منخفضة .

**ثانيا - المبالغة في حماية البيئة** - نتيجة للاهتمام بعدم تلوث الهواء والمياه فقد أصدرت الحكومات قوانين تمنع استخدام كثير من موارد الطاقة ومنها امريكا التي أصدرت في عام ١٩٧٠ قانونا يمنع استخدام الوفود الذي يحتوى على ١٪ كبريت ، مما يترتب عليه عدم حرق كميات كبيرة من الفحم التي تقدر بحوالى ٣٠٠ - ٤٠٠ مليون طن في عام ١٩٧٥ . وهذا يعنى ضروره موعوضها بحوالى ٥٠ مليون برميل يوميا من الزيت . وكذلك يؤدى هذا القانون الى تقييد استخدام البترول الذي يحتوى على نسبة من الكبريت ( وهو النوع الغالب وجوده في العالم ) قبل معالجة هذا الخام لاسخلاص الكبريت منه . وقد ابرت قوانين البيئة ايضا على تأخير استخدام الطاقة الذرية في امريكا مما يؤدى الى زيادة احتياحات امريكا لحوالى ٢ مليون برميل يوميا لتعويض هذا التأخير في استخدام الطاقة الذرية .



### علاج مشكلة الطاقة

على هذا فان العلاج الاساسى لمشكلة الطاقة هو العمل على ايجاد طاقة فائضة سواء بالكتشف عن موارد بترولية جديدة وتطوير موارد جديدة للبترول والحد من الاسراف في استخدام البترول . لذلك كان رفع اسعار البترول الذى اقدمت عليه دول منظمة الاوبك اخيرا علاجا مؤثرا لازالة مشكلة الطاقة . ولكن هذا العلاج له في ذات الوقت ردود فعل اخرى قاسية منها :-

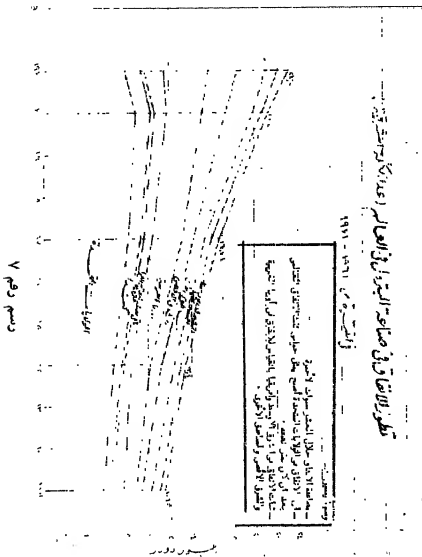
١ - تأثيرها على الدول الصناعية التى تعتمد على البترول كمورد اساسى للطاقة في الوقت الحاضر وما يترتب عليه من رفع تكلفة انتاجها الصناعي وبالتالي رفع اسعار المنتجات الصناعية الذى يضر بالاقتصاد العالمى .

٢ - تأثيرها على الدول النامية التى لا تصدر البترول بل تستورده كما تستورد ايضا المنتجات الصناعية بأسعارها المرتفعة .

ومن ثم يظهر الحاجة الآن الى تنسيق اسعار البترول واسعار المنتجات الصناعية من ناحية ، وإلى علاج ما يترتب على رفع اسعار هذه المواد بالنسبة للدول النامية لئلا يؤدى رفع اسعار البترول الى معاقبة مشكلة التضخم العالمى وإلى اضعاف قدرة الدول النامية .

وليس من شك في ان العلاج السريع لمشكلة الطاقة يكمن في سرعة زيادة ارسدة البترول ، وهذا ما يشتر موضوع تكلفة انتاج البترول واعداده للمستهلك . فصناعة البترول تحتاج الى اتفاق اموال طائلة حتى نستطيع ان توصل البحث عن هذه الموارد ونقوم باعداد حقولها للانتاج ، وتقوم ايضا بالمهمات اللازمة لنقل وتكرير وتصنيع البترول وتسويقه حتى يصل الى المستهلك . وقد بلغ ما تحمته صناعة البترول في العالم ( باستثناء الكتلة الشرقية ) حوالى ٢٢٣ بليون دولار حتى

ومن هذا يتبين ضخامة الاموال التي تحتاج اليها صناعة البترول للمحافظة على تدفق الطاقة . وقباسة على هذا فمن المقدّر ان العالم سوف يحتاج خلال الخمس عشرة سنة القادمة الى اتفاق يبلغ حوالى ١٠٠ بليون دولار ، وذلك حسب تقدير بنك تشيز مانهاتن . ولعل هذه هي اهم المشاكل التي تواجهها صناعة البترول ، وهى كيفية تدبير هذه المبالغ الهائلة للمحافظة على تدفق البترول في العالم .



عبد السميع مصطفى \*

## الطاقة في الحاضر والمستقبل

### مقدمة

يواجه العالم حاليا نقصا كبيرا في الوقود التقليدي ( الفحم والبترول والغاز الطبيعي ) وارتفاعا في أسعاره - كما يواجه ارتفاعا نسبيا في أسعار الوقود النووي - وبناء على ذلك ازدادت البحوث الجدية والاهتمامات الكبيرة لاستغلال الطاقات التي لا تفتنى مثل الطاقة الشمسية ، وطاقة المد ، وطاقة الرياح ، والطاقة الحرارية داخل الأرض وفي المحيطات - كما يبذل المهندسون والعلماء قصارى الجهد لزيادة كفاءة انتاج الطاقة الكهربائية من الوقود التقليدي ومن الوقود النووي - هذا وقد حدث تقدم كبير في نظم ومعدات انتاج وتحويل الطاقة من المصادر

\* دكتور/عبد السميع مصطفى . رئيس مجلس إدارة مركز بحوث المواصلات السلكية واللاسلكية واستاذ غير متفرغ بكلية الهندسة جامعة الاسكندرية - له بحوث ومؤلفات ومدارس بحث في اموج الالكترونيات والكهرباء المختلفة .  
منحته الجمعية الدولية لمهندسي الكهرباء والالكترونيات بامريكا درجة الزمالة في يناير سنة ١٩٦٧ .

الحرارية ، سواء كانت تقليدية أو نووية ، ومن المصادر الضوئية ، ومن المواد الكربونية الطبيعية وغير الطبيعية ( وغير ذلك ) الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة ، كما هو الحال في المعدات التقليدية لتحويل الطاقة حيث يحرق الوقود التقليدي وتتحول طاقته الى حرارة ، وفي حالة الوقود النووي تنشط ذرات المواد الثقيلة او تلتحم ذرات المواد الخفيفة منتجة في اى من الحالتين ذرات أخرى اخف وزنا في مجموعها . ويتحول الفرق بين كتلة الذرات الاصلية وكتلة الذرات الناتجة الى طاقات أهمها الطاقة الحرارية ، وفي جميع الحالات التقليدية تنتج الطاقة الحرارية البخار او تسخن الغازات ، فيضغط البخار أو تضغط الغازات على الآلات الميكانيكية فتديرها ، وتدير الأخيرة المولدات ( اى المنتجات ) الكهربائية لانناج الطاقة الكهربائية - وبذلك اما تزداد كفاءة التوليد والتحويل ، او يقل وزن المعدات اللازمة . وفي كلتا الحالتين تقل الضوضاء فتزداد كفاءة العاملين .

ان أهم المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة الكهربائية هي المعدات الكهربائية التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسي ، وفيها يتحول ضغط الغازات المؤينة ( ذات التوصيل الكهربى المتوسط ) الى حركة فتسرع هذه الغازات داخل مجال مغناطيسى فنتج طاقة كهربية - او منتغل فيها جزء من كمية حركة أبخرة مضغوطة الى معدن منصهر ( جيد التوصيل الكهربى ) فيسرع داخل مجال مغناطيسى منتجا طاقة كهربية - ونصل كفاءة التحويل في الوحدات ذات القدرات الكبيرة الى ٥٠٪ - ثم المعدات الكيميائية الكهربائية ( اى بطاريات الوقود ) وفيها يتحول الوقود الى طاقة كهربية عن طريق التفاعلات الكيميائية بكمية عالية تصل الى ٩٠٪ - فاذا علمنا ان أقصى كفاءة المعدات التقليدية لانناج الطاقة الكهربائية هي ٤٠٪ تبين لنا اهمية هذه المعدات الحديثة .

ومن المعدات الحديثة أيضا لانتاج الطاقة الكهربائية « المعدات الحرارية الكهربائية » ( والمعدات الحرارية الايونية ) وفيهما تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٠٪ في الحالة الأولى والى ٢٠٪ في الحالة الثانية - ثم المعدات الضوئية الكهربائية وفيها تتحول الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية بكفاءة تصل الى ١٥٪ - وبالرغم من أن كفاءة التحويل هنا منخفضة نسبيا الا أن المعدات خفيفة الوزن وتعمل في سكون ، فهي تلائم معدات الفضاء والمعدات الحربية ، بالإضافة الى انها توائم مصادر الطاقة فيهما وهى الطاقة الشمسية والطاقة النووية . ثم هناك معدات تجمع بين محولات الطاقة الحرارية الايونية والترينينات البخارية تهدف الى الحصول على طاقة كهربية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التربينات البخارية التى تعمل بالوقود النووي .

وقد أحدثت ( وسوف تحدث ) المعدات الحديثة لانتاج وتحويل الطاقة انقلابا ثوريا في النظم التقليدية في معظم احتياجات الصناعة ووسائل النقل والإضاءة وغيرها وكذلك في الاحتياجات الخاصة بمعدات الفضاء والمعدات الحربية وفي الاماكن النائية البعيدة عن العمران .

وسوف يشهد الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار معدات انتاج الطاقة الكهربائية مباشرة سواء كان ذلك بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى أم بالنظام الحرارى الكهربى ، حيث تتحول الطاقة النووية مباشرة الى طاقة كهربية ، متفادين في ذلك الخطوات التقليدية من انتاج البخار في التربينات التي تدير بدورها المولدات الكهربائية - كما سوف ينتشر استخدام الطاقة الناتجة من دوران الارض ( طاقة الرياح وطاقة المد ) - ومن المحتمل أيضا ان تؤدى



الابحاث الى نظم سهلة ورخيصة لانتاج الطاقة النووية عن طريق التحام ذرات المواد انخفيفة مع استخدام اشعة الضوء المتناسك ( الليزر ) .

اما اهم نظم ومعدات تخزين الطاقة من الوجهة العملية فهى نظام المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات ، حيث يستخدم فائض الطاقة الكهربائية اثناء الليل ( خاصة في المناطق الصناعية ) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية . وفي خلال النهار تتدفق المياه من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الأخيرة بدورها معدات كهربائية لانتاج الكهرباء - ثم نظام تحويل الكهرباء الى طاقة كيميائية وتخزينها في بطاريات كهربائية . كما ان هناك طرقا أخرى كثيرة لتخزين الطاقة وخاصة اذا كانت نستهلك في المعدات المتحركة ( مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والغواصات ) اهمها الطاقة المخزونة في الرباط النووي ( بالوقود النووي ) والطاقة المخزونة في الرباط بين ذرات المادة ( الوقود الكيميائي والوقود التقليدي من فحم وزيت) وبين الذرات المؤينة وغير ذلك .

اما فيما يختص بنقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها فاحدث نظمها هو نقلها على خطوط الضغط الكهربى الفائق سواء كان متفيرا أم مستمرا . ان احداث النظم في شبكات التوزيع هي استخدام الكابلات الأرضية ، ومن المحتمل ان يشاهد في الجزء الاول من القرن الحادى والعشرين انتشار نقل الطاقة مع استخدام الليزر . كما يبذل المهندسون جهودا مشعرة في تحويل الفضاء الطبيعى الى سائل عن طريق التبريد حتى ١٤٧° مطلقة - وبذلك يمكن نقله لمسافات طويلة بسهولة ويسر ، ذلك لانه يشغل في الحالة السائلة اقل من جرتين من الألف من حجمه في الحالة الغازية .



#### ١ - معنى الطاقة ومعنى تحويلها :

اذا رفع الانسان ثقلا معيننا يقال انه عمل شغلا او بذل طاقة - كذلك اذا جر الحصان عربة يقال انه عمل شغلا او بذل طاقة - ان الطاقة ه هاتين الحالتين هي طاقة ميكانيكية ( او طاقة حركية ) - الطاقة لانفنى بل تتحول من نوع الى نوع آخر - ان أبسط الأمثلة للموسعة في تحويل الطاقة هو المثل الآتى : عندما يحرك الانسان ذراعيه ( مثلا ) في الشتاء فانه يشعر بالدفع وتفسر ذلك ان الطاقة الميكانيكية ( والتي هي حركة الذراعين ) قد تحولت الى طاقة حرارية رفعت درجة الحرارة ف شعر الانسان بالدفع .

الشغل الميكانيكى طاقة والحرارة طاقة والكهرباء ( التى تنير المنازل وتدير الآلات ) طاقة ، والوقود ( من فحم وزيت ) طاقة ، بل والمادة نفسها طاقة ، فالمادة طاقة مركزة والطاقة مادة طليقة - ان الغذاء الذى نتناوله في طعامنا طاقة يمدنا ( بعد تمثيله ) بالحرارة والطاقة الميكانيكية اللازمة لتحركاتنا المختلفة - فموضوع انتاج وتحويل الطاقة يشمل الحياة جميعها .

#### ب - مصادر الطاقة :

ان مصادر الطاقة كثيرة ومتشعبة - فهناك طاقة الوقود المخزونة في الارض في صورة فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وهناك طاقة مساقط المياه ( سواء كانت ناتجة من شلالات صنعتها الطبيعة أم من سدود صنعها الانسان ) ، وهناك الطاقة الشمسية ، وهناك طاقة الرياح

( الميكانيكية ) وهناك طاقة المد ، وهناك طاقة التلوج وهى على الجبال الشامخة فهى طاقة وُضِعَ يتحول الى طاقة حركة عند ذوبان هذه الثلوج ، وهناك الطاقة الحرارية بالهواء الذى يحيط بنا والطاقة الحرارية فى القشرة الارضية تحت السطح ، والطاقة الحرارية فى مياه الانهار والبحار والمحيطات ( ولو أن درجة حرارة مصدر الطاقة هنا منخفضة الا أن الكمية الحرارية الموجودة كبيرة نسبيا ) ، كما ان هناك الطاقة الحرارية الهائلة التى فى جوف الارض والتى تُصنهرُ وتذيب بعض مافى جوف الارض فيظهر فى شكل براكين ، وهناك طاقة المادة نفسها وهى الطاقة النووية .

### ويمكن تقسيم هذه المصادر للطاقة الى مجموعتين اساسيتين :

**المجموعة الاولى :** وهى الطاقة ذات الكمية المحدودة وتشمل ما يأتى :

١ - الوقود التقليدى ، سواء كان صلبا ( مثل الفحم والنباتات الخشبية ) أم سائلا ( مثل البترول بمشتقاته المختلفة ) أم غازيا ( مثل الغازات الطبيعية ) وجميعها فى تناقص مستمر نظرا للزيادة المطردة فى استهلاكها .

٢ - الوقود النووي وأهم أنواعه ، أكسيد اليورانيوم وأكسيد الثوريوم .

**المجموعة الثانية :** وهى المصادر التى لا تنعدم أبدا ( طالما هناك حياة على وجه الارض ) ومن أهمها ما يأتى :

١ - الطاقة الناتجة من مساقط المياه .

٢ - الطاقة الشمسية .

٣ - طاقة الرياح .

٤ - طاقة المد .

٥ - طاقة التلوج على الجبال الشامخة .

٦ - الطاقة الحرارية داخل الارض وفى مياه المحيطات والبحار والانهار .

يبدل المهندسون والعلماء قصارى جهدهم ويتخذون أفكارهم فى استغلال هذه الطاقات باكثر كفاءة ممكنة مع اقل النفقات - وفى سبيل ذلك يقومون بتحويل الطاقة عند مناعها ومصادرها الى نوع يمكن نقله ( بأقل النفقات واكثر الكفاءات ) الى مكان استغلالها ، وإلى نوع يمكن تخزينه بأقل النفقات واكثر الكفاءات اشاحتى يمكن استغلاله فى الوقت المناسب . ومن أمثلة التخزين « المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات » ، **ففى المناطق الصناعية تكون مطالب الكهرباء قليلة اثناء الليل وكثيرة اثناء النهار ، فيستخدم فائض الطاقة الكهربائية ( اثناء الليل ) فى ادارة محركات كهربائية تدير بدورها المضخات لرفع الماء الى خزانات على قمة عالية ، وفى خلال النهار تتدفق المياه بانحدارها من هذه القمة العالية فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الأخيرة بدورها مولدات كهربائية لإنتاج الكهرباء - تصل الكفاءة فى هذه الحالة الى كفاءة أى من التربينات او المضخات وتصل سعة الوحدة منها الى أكثر من مائة ( بل مائتي ) ألف كيلوات - تقل النفقات التى تتطلبها متروعات التخزين بهذه الطريقة اذا كان هناك خزانات طبيعية على قمة عالية ( ارتفاعها من مائة الى خمسمائة متر ) .**

### ولكن لماذا تحول الطاقة من نوع الى نوع آخر؟ وما هو هذا النوع الآخر؟

غالباً ما توجد مصادر الطاقة ( سواء كانت فحماً أم زيتاً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ) في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها ، فلا بد إذن من نقل الطاقة من منبعها ( مصدرها ) الى مكان استغلالها . ان الطريقة المثلى لنقل الطاقة من مكان الى مكان آخر هي النقل الكهربى لكفاءته العالية وسهولة صيانتة ونشغيله - لا بد إذن من تحويل الطاقة اياً كان نوعها قبل نقلها الى طاقة كهربية . اما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الافضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم امكان تخزينها بكفاءة توازى خزن الوقود نفسه ، ونسوع الطاقة الافضل في هذه الحالة هو « الايدروجين » فهو ايسر انواع الوقود نقلاً وخزناً وأكبرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات الايدروجين هي « اقامة المحطات النووية » أو « المحطات التقليدية » عند المناطق الساحلية وإنتاج الطاقة الكهربائية منها ، ثم استخدام التيار الكهربى المستمر في « التحليل الكهربى » لتحويل مياه البحر المالحة الى عذبة ثم انساج « الايدروجين » ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الاقاليم للاستفادة به كوقود .



سوف نضطر هنا الى استعمال بعض المصطلحات الخاصة بالطاقة الكهربائية مثل « القدرة الكهربائية » و « الضغط الكهربى » ، و « التيار الكهربى » و « المقاومة الكهربائية » و « الشحنة الكهربائية » و وحداتها العملية جميعاً لذلك قد يكون من الاصول توضيح معنى هذه المصطلحات و وحداتها العملية باختصار .

❖ **الوحدة العملية للطاقة الكهربائية** هي « الكيلووات ساعة » ( والجهاز الذى يقدرها هو العداد الكهربى ) ، وهى تعادل الشغل الذى يبذله الانسان عند رفع ثقل مقداره ٣٦٧٠ كيلوجراماً مسافة مقدارها مائة متر ، كما تعادل الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة ٣٠٠ لتر من الماء ٥٠ درجة مئوية .

❖ **الطاقة تساوى « القدرة » ( المتوسط ) ضرباً في الزمن** ، فالقدرة هي معدل تغير الطاقة . ان الوحدة العملية للقدرة الكهربائية هي « الكيلووات » وهى تساوى الف وات . ان المصباح الكهربى الذى قدرته تساوى مائة وات يستهلك طاقة مقدارها كيلو وات ساعة اذا استمر مضيئاً لفترة عشر ساعات .

❖ **« القدرة الكهربائية » ( في أبسط حالاتها ) تساوى « الضغط الكهربى » مضروباً في « التيار الكهربى »** : الوحدة العملية للضغط الكهربى هي ( الفولت ) وللتيار الكهربى هي « الأمبير » .

• اذا مر تيار كهربى في مقاومة كهربية نتج عند طرفيها ضغط كهربى يساوى التيار الكهربى مضروباً في المقاومة . ان فتيل المصباح الكهربى هو من الامثلة الملموسة للمقاومة الكهربائية . وان الوحدة العملية للمقاومة الكهربائية هي « الأوم » ويساوى المقاومة التي اذا مر بها تيار مقداره أمبير نتج عند طرفيها ضغط كهربى مقداره فولت . اذا اتصل مصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات بضغط

كهرى مقدارہ ٢٠٠ فولت يمر فيه تيار كهرى مقدارہ نصف امير . ويكتب عادة الرقم السدى يدل على القدرة ، والرقم الذى يدل على مقدار الفولت على غلاف المصباح الكهرى .

**❖ التيار الكهرى هو معدل تغير الشحنة الكهرية ، أى انه عبارة عن كمية الشحنة الكهرية التى تندفق كل ثانية .** الوحدة العملية للشحنة الكهرية هى « الكولوم » وأصغر شحنة كهرية فى الوجود هى شحنة مايسى « بالالكترون » وهى شحنة سالبة وتساوى  $1.6 \times 10^{-19}$  كولوم .  
**فالكهرباء ليست انسيابية المقادير بل هى متقطعة**، أى تتكون من قطع صغيرة مكهربة تسمى الالكترونات . الالكترون هو أحد مكونات ذرة المادة ، ومعنى ذلك أن الكهرباء موجودة فى ذات المادة ، **فالكهرباء لا تخلق ولا تستحدث . وفيما يلى شرح مبسط لتكوين ذرة المادة :**

**ان اصغر جزء يمكن ان تنقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزء ، اما اصغر جزء يمكن ان تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة .**

تتكون ذرة أى مادة من نواة موجبة التكهرب يدور حولها عدد من الالكترونات السالبة التكهرب ، وان الشحنة الموجبة التى تحملها النواة تساوى فى المقدار الشحن السالبة التى تحملها الالكترونات ، فالذرة فى مجموعها متعادلة كهرى ، وتنقسم الالكترونات حول النواة الى مجموعات او طبقات ، وان الالكترونات فى أية مجموعة لهانفس الطاقة الكلية تقريبا ( الطاقة الكلية للالكترون تساوى طاقته الحركية الناتجة من دورانه حول النواة مضافا إليها طاقة وضع ، وهى طاقة كهرية ناشئة أساسا من شحنة الالكترون السالبة التكهرب وشحنة النواة الموجبة التكهرب ) - كما ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هى أقل طاقة ، وان الالكترونات هذه الطبقة هى التى تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة وهى تسمى الالكترونات المتحفزة او المستعدة ، فهى دائما فى حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهرى . اذا فقدت الذرة احد الالكتروناتها ( او اكثر ) أصبحت « أيونا » ذاشحنة كهرية موجبة ، أما اذا اكتسبت الالكترونات ( او اكثر ) أصبحت أيونا سالبا .

يمر تيار كهرى مقدارہ امير ( فى سلك ما ) عندما يمر فى السلك عدد من الالكترونات كل ثانية يساوى واحدا مقسوما على  $1.6 \times 10^{-19}$  أى  $6.25 \times 10^{18}$  الكترون ( أى ما يبريد على ستة بلايين البلايين من الالكترونات ) .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى دائم أو مغناطيسى كهرى ( بحيث يقطع الخطوط المغناطيسية لذلك المجال ) نتج عند طرفى السلك ضغط كهرى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفنيل مصباح كهرى بضئى المصباح ، لقد تحولت الطاقة الحركية ( أى الميكانيكية ) الى طاقة كهرية ، وهذا هو الأساس العريض للمولد ( المنتج ) الكهرى .

وبالعكس اذا مر تيار كهرى فى السلك وهوتحت تأثير المجال المغناطيسى نتج عن ذلك قوة ميكانيكية تحرك السلك ، والسبب فى ذلك أن التيار الكهرى بالسلك سيصعبه مجال مغناطيسى فهو مغناطيس كهرى ، فيتنافر او يتجاذب مع المغناطيس الاصلى نبعلا لاتجاه التيار الذى يمر فى السلك ، لقد تحولت الطاقة الكهرية الى طاقة حركية ، وهذا هو الأساس العريض للمحرك الكهرى .

## والسؤال الذي يتبادر الآن الى الازنهان هو :

### كيف استغل الإنسان الطاقة الطبيعية لخدمته ؟

ربما كانت الطواحين المائية التي تدار من مساقط المياه هي أقدم المعدات التي استخدمها الإنسان للحصول على طاقة لإدارة الآلات ، وبأى بعدها ( وربما معها ) طواحين الهواء ( التي تدار بقوة الرياح ) ، وقد استخدمها الإنسان منذ ألفي سنة في طحن الحبوب ، وخاصة القمح ، وفي إدارة المضخات لرفع المياه وري الأراضي لزراعتها . ومنذ حوالي قرنين من الزمان بدأ عصر الصناعة ، وبدأ معه استغلال الطاقة المخزونة في الأرض من فحم وزيت ونباتات خشبية وغازات طبيعية ، وظهرت الآلات البخارية والمحركات الكهربائية . فبعد ملايين السنين والشمس تسبب في انتاج ما مقداره مائة ألف مليون طن من مجموعات النباتات كل عام ومثلها من الاوكسجين ، واثناء هذه الحقبة الطويلة من الزمن ماتت وتلاشت الحياة النباتية والحياة الحيوانية وأصبحت مخزونة في الأرض كوقود في صورة فحم أو زيت أو نباتات خشبية . ومع بداية عصر الصناعة بدأ استغلال هذه الطاقة الطبيعية المخزونة ، ثم اتسعت الصناعة وتشعبت وزاد الاستهلاك من هذا الوقود الطبيعي ، فعند بداية هذا القرن كان الاستهلاك في جميع العالم يقدر بعدة ملايين من الاطنان سنويا ، أما الآن ، فهو يقدر بعدة آلاف الملايين من الاطنان سنويا - ونحن لا نعلم بالضبط كمية المخزون في الأرض ، ولكننا نستطيع القول بأنه سيأتي اليوم ( عاجلا أم آجلا ) الذي يقل فيه ، بل ويغنى ، هذا المنبع الطبيعي من الفحم والزيت - فاحتياجات العالم من الوقود آخذة في الزيادة ، في حين ان وقود الفحم والزيت آخذ في النقصان - وكان من نتيجة ذلك ان اهتم العلماء والمهندسون ، وشحنوا أفكارهم حتى توصلوا الى توليد الطاقة من المادة نفسها اى تحويل المادة الى طاقة : « انها الطاقة النووية » فأمكنهم بذلك خلق مورد آخر للطاقة - ولكن ، هل يستطيع هذا المورد الصناعي سد كفايتنا من الوقود بطريقة اقتصادية ؟ ، ان مقدار الطاقة ( سواء كانت ناتجة من الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي أو من مساقط المياه أو من الطاقة النووية ) التي يستهلكها العالم اليوم سيتضاعف بعد عشرة اعوام . فهل تستطيع الطاقة النووية ان تسد هذا النقص ؟ هذا ليس مجزوما به ، فهو يتوقف على ماسوف يكون عليه انتاج هذه الطاقة ، ولا نستطيع تقدير هذا المعدل مستقبلا فهل سنسلم امرنا الى القدر المجهول ، أم اننا نسعى وراء موارد وطرق أخرى لانتاج وتحويل الطاقة الطبيعية بكفاءة أعلى ؟ . لقد بذل المهندسون والعلماء ولا زالوا يبذلون جهودا جبارة لزيادة كفاءة التحويل . ففي عام ١٩٠٠ كان كل كيلوات ساعة من الطاقة الكهربائية يتطلب انتاجه ثلاثة كيلو جرامات من الفحم متوسط الرتبة - وفي عام ١٩٢٠ انخفض ذلك الرقم الى ١٣ كيلو جرام ، واليوم انخفض اكثر وأصبح أقل من ٣٠٠ جرام .



### ج - تقدير الطاقة الكهربائية الناتجة من مصادر الطاقة المختلفة :

فيما يلي تقدير للطاقات الكهربائية التي يمكن ان تنتج من مصادر الطاقة المختلفة الموجودة على الكرة الأرضية :

١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم حوالي ٦٥٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الأخشاب والمخلفات النباتية الأخرى حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الزيوت التي بالصخور الرملية وبالرمال تقدر بحوالى ٤٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٥ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغازات الطبيعية حوالى ٢٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٦ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الوقود النووي ( المقدّر بحوالى ٥ مليون طن من أكسيد اليورانيوم وحوالى مليون طن من أكسيد الثوريوم) حوالى ١٠٠ مليون مليون كيلو وات ساعة .

٧ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه حوالى خمسة ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً .

٨ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع المياه من المد حوالى خمسة مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً .

٩ - الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتج من الطاقة الشمسية الساقطة على الكرة الأرضية حوالى ٣٦ ألف مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً ، ولكن مقداراً صغيراً من هذه الطاقة هو الذى يمكن الاستفادة منه .

١٠ - الطاقة الكهربائية الناتجة من دفع الرياح هي حوالى ١٥ مليون مليون كيلو وات ساعة سنوياً ، ولكن خمسة أجزاء من المائة فقط هي التي يمكن الاستفادة منها .

١١ - الطاقة الكهربائية التي يمكن أن تنتج من الطاقة الحرارية داخل الأرض هي حوالى مليون مليون مليون مليون كيلو وات ساعة ، ولكن جزءاً صغيراً جداً من هذه الطاقة هو الموجود في الجزء الخارجى من القشرة الأرضية والذي يبلغ سمكه حوالى ثلاثة كيلو مترات ( من سطح الأرض ) .

**لقد بلغ استهلاك العالم في عام ١٩٦١ من الطاقة الكهربائية حوالى اثنين ونصف مليون مليون كيلو وات ساعة .** وفيما يلي النسبة المئوية للطاقة الكهربائية الناتجة من المصادر التقليدية المختلفة في نفس العام :

١ - الطاقة الكهربائية الناتجة من مساقط المياه ٦٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٨٪ في المتوسط .

٢ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الفحم والأخشاب ٤٨٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٣٪ في المتوسط .

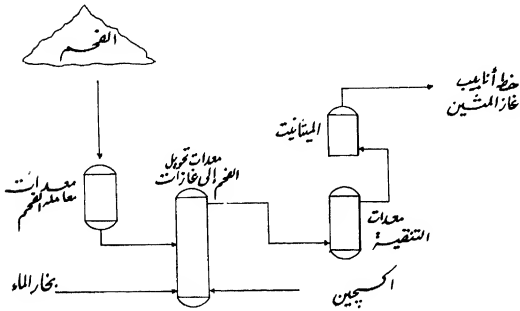
٣ - الطاقة الكهربائية الناتجة من البترول ٣١٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٦٫٥٪ في المتوسط .

٤ - الطاقة الكهربائية الناتجة من الغاز الطبيعي ١٥٪ وتزداد سنوياً بنسبة ٩٫٥٪ في المتوسط .

وبالامتداد الاحصائي نعتقد ان العالم سوف يستهلك في عام ١٩٧٥ طاقة كهربية تقدر باكثر من خمسة عشر مليون مليون كيلو وات ساعة .

وجدير بالذكر هنا أن نؤكد ان المسئول الاول عن تلوث الهواء ( بل والماء ايضا ) هو الفحم حيث يطلق عند احتراقه ثانى اكسيد الكبريت الضار - ويلى ذلك في المسئولية البترول - اما الغاز الطبيعى فهو اقل انواع الوقود ضررا عند احتراقه . لذلك يقوم بعض المهندسين والكيميائيين بتحويل الفحم الى نوع من الغاز الطبيعى وهو « الميثين » ، وشكل ( ١ ) يبين هذا التحويل ، حيث يتفاعل بخار الماء مع الكربون الذى بالفحم منتجا غازا غنيا بالايديروجين يشبه غاز الميثين ، ثم ينقى من الغازات الاخرى الناتجة من التفاعل والتي اهمها الامونيا وثانى اكسيد الكربون ، ويبقى فقط غاز « الميثانيت » ( وهو يحتوى على الميثين والايديروجين واول اكسيد الكربون ) الذى يمكن تعلية كثافته الحرارية بتفاعلات كيميائية اخرى مع غاز الايديروجين عند ١١٠٠° مطلقا ، ٦٥ ضغط جوى .

• • •



شكل ١

نظام تحويل الفحم الى غاز الميثين .

### د - الآلة الحرارية المثلى -

أهم المعدات الحرارية لتحويل الطاقة هي « الآلة الحرارية » حيث يحرق الوقود ( فحما كان أم زيتا أم غازا طبيعيا ) وتتحول طاقته الى حرارة تنتج البخار أو تسخن الغازات فيضغط البخار أو تضغط الغازات وتتحول جزء من طاقتها الى شغل فيدير الآلات الميكانيكية ( سواء التوربينات البخارية أم الغازية أم غيرها ) والتي تدير بدورها المنتجات ( المولدات ) الكهربائية . وأما باقى الطاقة الحرارية فيخرج مع العادم ( أى البخار أو الغاز بعد أدائه الشغل ) عند درجة حرارة منخفضة ويضيع سدى ولا يستفاد به .

إن كفاءة الآلة الحرارية المثلى ( أى كفاءة تحويل الطاقة الحرارية الى شغل ) تساوى الفرق بين درجة الحرارة المطلقة المانع التشغيل ( البخار أو الغاز ) ودرجة الحرارة المطلقة للعادم مفسوما على درجة الحرارة المرتفعة وتصل هذه الكفاءة الى ٦٥٪ . يبذل المهندسون قصارى جهدهم للاستفادة بالطاقة الحرارية التى تخرج مع العادم . فقد اقام المهندسون نوعا من التوربينات يجمع بين تربينات البخار وتربينات الغاز ( يسمى تربينات الغاز والبخار ) وذلك لانتاج الطاقة الكهربائية وفي احد انظمة هذا النوع تستخدم غازات العادم الخارج من تربينة الفار كبواء احتراق للمراحل الذى ينتج البخار لتغذية تربينة البخار والنتيجة هو الحصول على طاقة كهربية بكفاءة عالية . تنتج التربينة البخارية الجزء الأكبر من الطاقة الكهربائية ، ذلك لأن التربينات الغازية تعمل بكفاءة منخفضة نسبيا ، ولكنها رخيصة الثمن وخفيفة الوزن وسهلة التصميم .

وجدير بالذكر هنا ان كفاءة معدات تحويل الطاقة ( وأقصاها ٤٠٪ ) أقل من كفاءة الآلة الحرارية المثلى ، نظرا لأن جزءا من الطاقة يفقد في الاحتكاك وفي مقاومة الهواء أثناء الدوران وفي الملفات الكهربائية وغير ذلك مما يسبب ارتفاعا في درجة الحرارة ، ومما يحد من سعة المعدات - يقل هذا الفقد كلما زادت سعة وحدة الإنتاج - لقد مرت التربينات البخارية ( مع معداتها الكهربائية ) في السنوات الخمس عشرة الأخيرة في عدة مراحل هادفة الى زيادة سعتها وبالتالي زيادة كفاءتها ، فهناك وحدات تصل سعتها الى ٨٠٠ ألف كيلو وات وأكثر مستخدمة الهيدروجين لتبريد الاجزاء المتحركة والماء المباشر لتبريد ملفات المجال المغناطيسى الساكنة في المنتج الكهربى وغير ذلك .

**أما أهم المعدات الحديثة لانتاج الطاقة الكهربائية فهي :** المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى ، والتى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى والنظام الحرارى الايونى والنظام الضوئى الكهربى ، وكلها تشبه الآلة الحرارية التقليدية من حيث أن مصدر الطاقة الحرارية يمد مائع التشغيل بالطاقة الحرارية اللازمة ، فنرفع درجة حرارته ، ولكن مائع التشغيل هنا يقوم بتحويل جزء من هذه الطاقة الى طاقة كهربية مباشرة بدون وساطة الآلات الميكانيكية المتحركة - كما أن مائع التشغيل في هذه المعدات ليس البخار ولا الهواء الساخن وإنما هو « البلازما » أو المعادن المنصهرة ( والتى تستمد طاقتها الحرارية من المفاعلات النووية ) ، وذلك في حالة المعدات التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

أما غاز التشغيل في حالة المعدات التى تعمل بالنظام الحرارى الكهربى والنظام الحرارى الايونى والنظام الضوئى الكهربى فهو « الالكترونات » ويعتمد هذا الغاز الالكترونى الطاقة الحرارية اما عن طريق تسخين المادة كما في النظامين الاول والثانى ، او عن طريق



امتصاص الإلكترونات ( وهى داخل المادة ) للطاقة الضوئية الساقطة عليها كما في حالة المعدات التى تعمل بالنظام الضوئى الكهربى .

أما المعدات الكيميائية الكهربائية ( أى بطاريات الوقود ) فهى تختلف تماما عن الآلة الحرارية ، ولا تخضع لنظام الديناميكا الحرارى المحدود الكفاءة . ففى هذه المعدات يتحول الوقود الكيميائى مباشرة الى طاقة كهربيه بكفاءة تصل الى ٩٠ ٪ .

### هـ - إنتاج الطاقة الكهربائية بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى :

يسمى النظام الذى يحرك فيه مائع التثفيل ( غاز البلازما أو المعدن المنصهر ) تحت تأثير المجال المغناطيسى ( لانتاج الطاقة الكهربائية ) بنظام « ديناميكا الموائع المغناطيسى » . ويستمد هذا النظام طاقته فى العاده من الطاقة النووية . ولقد سبق أن ذكرنا أن اصغر جزء يمكن أن ينقسم اليه المادة بالطرق الميكانيكية هو الجزيء ؛ أما اصغر جزء يمكن أن تنقسم اليه بالطرق الكيميائية فهو الذرة . لقد أمكن تفتيت الذرة وتحولها الى طاقة - فاللادة هى طاقة مركزة والطاقة هى مادة طليقة .

وتتكون ذرة أى مادة من نواة ( مركز فيها مادة الذرة ) ويدور حولها عدد من الإلكترونات ( يساوى العدد الذرى للمادة ) ذات شحنات كهربيه سالبة - وأن هذه النواة مكونة من عدد من النيوترونات المتعادلة كهربيا وعدد من البروتونات الموجبة التكهرب ، وأن النيوترونات والبروتونات فى حالة تماسك كبير المقدار . ان قوة التماسك هذه ليست قوة مغناطيسية ولا قوة كهربية ولا قوة جاذبية ، فطاقة هذا التماسك هى المادة نفسها - أنها الطاقة النووية .

فالطاقة النووية هى اذن المادة نفسها ، ويمكن اطلاقها من عقالها بواسطة انشطار ذرات المواد الثقيلة ( وهى المستعمله حاليا ) أو بإرسطة التحام ذرات المواد الخفيفة ( وهذا فى دور التجربة ) - ففى الحالة الاولى تنشطر النواة الثقيلة ( اليورانيوم مثلا ) الى نوات أخف وزنا ، والفرق بين كتلة النواة الاصلية وكتلة المفردات الناتجة من عملية الانشطار هو الطاقة المنطلقة - أهمها الطاقة الحرارية الهائلة والنيوترونات والاشعاعات المختلفة ( أشعة جاما وبيتا والأشعة السينية ) ، ان النواة الثقيلة هى الوقود ، أما المفردات الأخف وزنا فهى الرماد الناتج من عملية الاحتراق النووى . وتستخدم الطاقة الحرارية الهائلة فى تحويل الماء الى بخار سواء كان الماء تحت ضغط ( ماء مضغوط ) أو فى حالة غليان ( ماء مغلى ) لتشغيل التربينات البخارية أو فى تسخين الغازات أو فى انصهار المعادن أو فى غير ذلك - حيث يقال ان مادة التبريد هى الماء أو الغازات أو المعادن المنصهرة ، حيث انها تقوم بتبريد الوقود النووى .

أما فى الحالة الثانية فتتصهر ( أى تلتحم ) النوات الخفيفة ( وهى نظائر غاز الإيدروجين ) عند درجات الحرارة العالية التى تبلغ الملايين لتكون نوات أنقل ( هى ذرات الهيليوم ) ولكن كتلة مجموع النوات الثقيلة أقل من كتلة مجموع النوات الخفيفة والفرق بين هذه وكتلك هى الطاقة المنطلقة ، ان النوات الخفيفة فى هذه الحالة هى الوقود فى حين أن النوات الثقيلة هى الرماد ( أى العادم ) . ان هذا هو الذى يحدث فى الشمس منذ بلايين السنين ( ٥ بليون سنة ) لكى تملأنا بالحياة - تتحول أربعة ملايين طن من مادة الشمس الى طاقة فى الثانية الواحدة - ان الجرام الواحد من المادة يساوى نظريا طاقة كهربيه مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة ، فهى تساوى

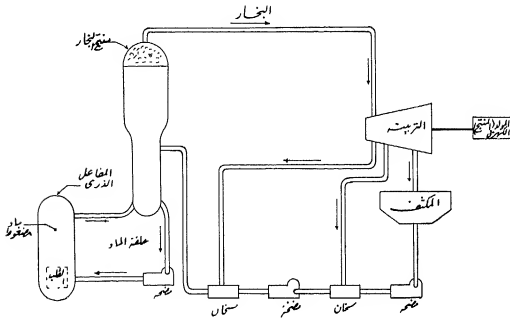
الكتلة مضروباً في مربع سرعة الضوء  $(= 1 \times (3 \times 10^{10}) \times 2 \times 10 - 7 / 3600 \times 24) -$  تسمى المعدات التي يحترق فيها الوقود النووي « بالمفاعلات النووية أو الذرية » ويسمى المكان الذي يحوى هذه المفاعلات ومعداتها « **بالمحطة النووية** » .

**وتستخدم الطاقة النووية في تطبيقات عديدة مدنية وعسكرية ، ومن أهم تطبيقاتها المدنية إنتاج الطاقة الكهربائية وإنتاج البخار وإنتاج الغازات الساخنة بكفاءة معقولة ، ثم استخدام هذه التكنولوجيا في تسيير السفن والطائرات وغيرها من وسائل النقل ، وكذلك في تسيير سفن الفضاء وفي دفع الصواريخ وغير ذلك ، وأهم تطبيقاتها العسكرية إطلاق القنابل الذرية الناتجة من التفجيرات النووية .**

لقد وصل النشاط الانشائي للمحطات العملاقة التي تعمل بالوقود التقليدي ذروته ( وذلك في البلاد المتقدمة ) وكانت هناك عناية خاصة في اختيار موقع هذه المحطات وعلى أن تكون خارج المدن حتى لا تتسبب في تلوث الهواء والمياه لسكان تلك المدن - كما يختار الموقع بجوار منابع الوقود بقدر الامكان حتى تقل تكاليفه . وفي أواخر الستينات وأوائل السبعينات ارتفع سعر الوقود التقليدي ( لكثرة استهلاكه ) وانخفض نسبياً سعر الوقود النووي ( نظراً للبحوث المستمرة في ذلك الموضوع ) وأصبحت محطات القوى النووية العملاقة تنافس المحطات التقليدية . وسوف يتوقف إنشاء أي محطات تقليدية في النصف الثاني من السبعينات ويزداد معدل إنشاء المحطات النووية التي تحوى المفاعلات النووية التي تعمل « بالماء المغلي » والتي تعمل « بالماء المضغوط » . لقد بلغت سعة الوحدة النموذجية من المفاعلات النووية اليوم قدرة فائقة هي مليون كيلو وات ، وسوف تبلغ مليون ونصف مليون كيلو وات في أواخر السبعينات . ونظراً للاسعارات الضارة تقام المحطات النووية بعيداً عن المدن ، ولكنها في الوقت نفسه يجب أن تكون قريبة من مصادر المياه للتبريد . في المناطق الساحلية مثلاً ، يمكننا أن نؤكد بالامتداد الاحصائي أن نصف الطاقة الكهربائية سوف تنتجها المحطات النووية في عام ٢٠٠٠ - يبين المثل الآتي أهمية تواجد مصادر المياه للتبريد قريبة من محطات القوى العملاقة :

يحتاج كل الف كيلو وات (من سعة المحطة) الى ثلاثين لتراً من الماء كل ثانية في حالة الوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت ) والى ٤٥ لتراً كل ثانية في حالة الوقود النووي ، وبناء على ذلك تحتاج محطة القوى النووية التي سعتها ١٢ مليون كيلو وات الى أكثر من نصف مليون لتر من المياه في الثانية ، وهي كمية ضخمة لا يمكن الحصول عليها الا من البحار أو الانهار الكبيرة . وسوف أقدم فيما يلي شرحاً مختصراً لمفاعل ذرى يعمل بالماء المغلي وآخر يعمل بالماء المضغوط حتى يتكامل الموضوع بالنسبة للقارئ : شكل ( ٢ ) يبين مفاعلاً ذرياً يعمل بالماء المضغوط لإنتاج الطاقة الكهربائية - يوضع الوقود النووي داخل المفاعل الذرى في المكان المعد له والذي يسمى بالقلب ، ويتكون هذا الوقود عادة من قضبان اسطوانية من ثنائي أكسيد اليورانيوم المطعم بحوالى ٢٥٪ من اليورانيوم ٢٣٥ - تتسبب الطاقة الحرارية الهائلة المتولدة من التفاعل النووي في تحويل الماء الى خليط من الماء والبخار تحت ضغط مقداره حوالى ٧٠ كيلو جراماً على السنتيمتر المربع ، فيستدفق البخار الى داخل التربينه فيديرها ( وتدير الأخيرة المولد الكهربى لإنتاج الطاقة الكهربائية ) ، ثم يتركها بعد أن يفقد جزءاً كبيراً من طاقته الحرارية ليضخ ثانية الى المفاعل - ولتشغيل البخار باقى كفاءة

ممكنة فإن البخار العادم يترك التربيننة بدرجات مختلفة من الطاقة الحرارية ، فالجزء « ١ » من البخار طاقته أكبر من طاقة الجزء « ٢ » وطاقة الأخير أكبر من طاقة الجزء « ٣ » - فعندما يمر الجزء « ٣ » في المكثف ويضخ الماء الناتج بالمضخة « ٦ » مارا بالسخان « ٤ » ينتقل اليه بعض طاقة الجزء « ٢ » ، وعندما يضخ مرة ثانية بالمضخة « ٧ » مارا بالسخان « ٥ » يمتص بعض طاقة الجزء « ١ » ، ثم يضخ مرة أخيرة بالمضخة « ٨ » الى داخل المفاعل عن طريق « حلقة الماء » - وفي المفاعلات ذات السعة الكبيرة يكون هناك أكثر من « حلقة ماء » - إذ يبلغ عددها أربع حلقات في المفاعلات التي سعتها نصف مليون كيلو وات ، حيث تبلغ الكفاءة ٣٢٪ .

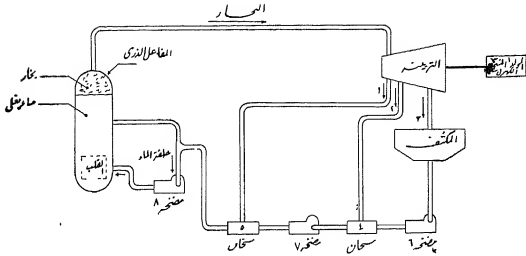


شكل ٢

مفاعل ذري يعمل بالماء المضغوط لإنتاج الطاقة الكهربائية .

أما شكل ( ٣ ) فيبين مفاعلاً ذرياً يعمل بالماء المضغوط ( أى الماء وهو تحت ضغط كبير ) لإنتاج الطاقة الكهربائية ، حيث تتسبب الطاقة الحرارية المتولدة من التفاعل النووي في تسخين الماء المضغوط داخل المفاعل لدرجة أكبر قليلاً من ٣٠٠ درجة مئوية - ثم ينتقل هذا الماء المضغوط الى منتج البخار بواسطة أنابيب حيث يفقد جزءاً من طاقته في إنتاج البخار فتقل درجة حرارة الماء المضغوط لتصبح حوالى ٢٧٠ درجة مئوية ، ثم يضخ ثانية الى المفاعل . يتدفق البخار الى داخل

الترينة بضغط مقداره حوالى ٥ كيلو جراما على السنتيمتر المربع ، ويستمر العمل كما فى المفاعل الذرى الذى يعمل بالماء المغلى والسابق شرحه. تصل الكفاءة الحرارية الى ٣٠٪ فى المفاعلات التى سعتها نصف مليون كيلو وات .



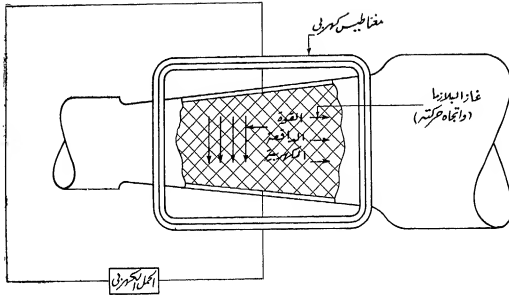
شكل ٣

مفاعل ذرى يعمل بالماء الغلى لانتاج الطاقة الكهربائية .

### نعود ثانية الى المنتجات الكهربائية التى تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى ، انها آلات

حرارية ولكن مادة التشغيل فيها هى غاز البلازما أو المعادن المنصهرة ، وليست البخار أو الهواء الساخن - والبلازما هى غاز فى حالة تأين ، أى غاز فصلت فيه الإلكترونات عن الذرات واصبح يتكون من الكثرونات طليقة ذات شحنة كهربائية سالبة ، وايونات ذات شحنة كهربائية موجبة ولكن الغاز فى مجموعه متعادل كهربيا ، أى لا هو سالب التكهرب ولا هو موجب التكهرب ، ان البلازما موصلة الى حد ما للكهرباء .

اذا حركنا سلكا معدنيا فى مجال مغناطيسى نتج عند طرفى السلك ضغط كهربى ، واذا وصلنا طرفى السلك بفتيل مصباح كهربى يضيء المصباح كما ذكرنا سابقا ، لقد تحولت الطاقة الحرارية الى طاقة كهربية - وعلى هذا الاساس تتولد الطاقة الكهربائية فى نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى كما فى النظام التقليدى .



شكل ٤

النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي .

#### شكل ٤ : يبين النظريات الأساسية في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي :

يتدفق غاز البلازما أو المعدن المنصهر من مصدر ذي ضغط كبير المقدار ( من اليسار الى اليمين ) ويمر في مجال مغناطيسي متعامد على حركة الغاز فتتولد قوة دافعة كهربية ( اى ضغط كهربي ) في الاتجاه العمودي على كل من حركة الغاز والمجال المغناطيسي ، فاذا وصلنا حملا كهربيا بواسطة طرفين مر تيار كهربي في الحمل وحصلنا على طاقة كهربية ( تستهلك في الحمل ) والسؤال الآن هو : من اين حصلنا على هذه الطاقة ؟ انها « طاقة الضغط » التي تجعل الغاز يتدفق من اليسار الى اليمين - ان هذا المنتج الكهربي يماثل المنتج الكهربي التقليدي ، والذي فيه يتحرك موصل من النحاس في مجال مغناطيسي فعندما يتصل السلك بحمل كهربي يمر فيه تيار كهربي وتستهلك طاقة كهربية ، ولكن الطاقة في هذه الحالة طاقة ميكانيكية تأتي عن طريق المحرك الذي يحرك السلك في المجال المغناطيسي - اما من وجهة الديناميكا الحرارية فان عمل المنتج الكهربي في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسي يشبه عمل التربينات التي تعمل بالغاز ، ذلك لان الطاقة التي نحصل عليها من التربينات تأتي عن طريق طاقة الضغط التي تجعل الغاز يتدفق من التربينات .

#### لنبدا أولا بالمعدات التي تعمل بالبلازما كغلاشغيل :

١ - هناك نوعان من هذه المنتجات احدهما يعمل بالدورة المفتوحة والاخر يعمل بالدورة المغلقة - فالنوع الذي يعمل بالدورة المفتوحة هو الاهم ويستخدم فيه الهواء المؤين ، أو الهبوء

المطعم بالمواد التي يسهل تأينها والتي تزيد من درجة توصيله الكهربى ، ويستخدم هنا الوقود التقليدى (الفحم مثلاً) وتصل درجة حرارة الهواء الى ثلاثة آلاف درجة مئوية ، كما تصل كفاءة الدورة الكاملة ٥٠ ٪ - ولكن نتيجة للارتفاع الكبير في درجة الحرارة تظهر بعض الصعوبات التي يجب التغلب عليها وأهمها التآكل والعزل الكهربى . أما في النوع الذى يعمل بالدورة المغلقة فالوقود هو الوقود النووى ، ولا يحتمل زيادة درجة حرارة غاز التشغيل عن ٨٠٠ درجة مئوية فتقل الكفاءة كما تقل درجة التوصيل الكهربى للغاز ويجدر بنا هنا ان نذكر ان الآلة التي تعمل بنظام ديناميكا الموائع المغناطيسى هي جزء من الآلة الحرارية ، ومعنى ذلك ان زيادة درجة حرارة غاز التشغيل تزيد من كفاءة الآلة .

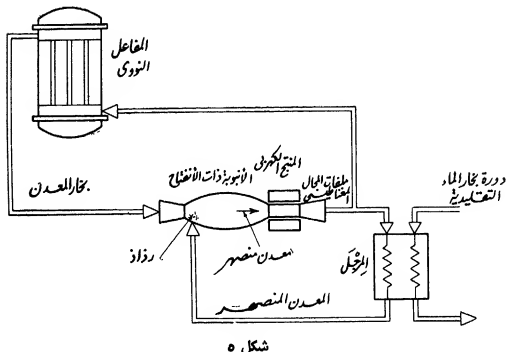
ان الصعوبة الأساسية في هذه الآلات الكهربائية هي كيفية الحصول على درجة كبيرة من التوصيل الكهربى لغاز التشغيل . تزداد درجة التوصيل الكهربى في الغاز بمعدل كبير مع الارتفاع في درجة الحرارة ، ومع ذلك فدرجة توصيل الغازات عند أكبر درجة حرارة يمكن الحصول عليها ، لا تزال منخفضة جداً وغير مفيدة فائدة فعالة ، وللتغلب على هذه الصعوبة يطعم الغاز بمادة يسهل تأينها . فعند اضافة جزء من مائة من مادة البوناسيوم الى لهب الكروسيين والاكسجين تصل درجة توصيل هذا الغاز عند ٣٠٠٠ هـ مئوية الى جزء من مليون جزء من درجة توصيل النحاس ، وهي درجة توصيل كافية ومعقولة وعملية - تتناسب القدرة الكهربائية التي تنتجها هذه المعدات الانتاجية مع درجة التوصيل الكهربى لغاز التشغيل ومع حجم الآلة - ان المفقودات في هذه الآلة ناشئة من انتقال الحرارة واحتكاك الغاز بالجدران والطاقة الكهربائية اللازمة للملف المغناطيسى ، وهذه المفقودات تقل نسبيتها كلما زاد حجم الآلة . وعلى ذلك فان آلة واحدة من هذا النوع سوف تبلغ قدرتها عدة مئات الآلاف من الكيلو وات ، وبناء عليه سوف تعمل في المحطات الكهربائية الحديثة ذات القدرات الكبيرة .

### المعدات التي تعمل بالمعادن المنصهرة كمائع تشغيل :

٢ - لقد تمكن المهندسون من التغلب على صعوبة الحصول على توصيل كهربى معقول عند درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ، وذلك باستعمال المعادن المنصهرة الجيدة التوصيل الكهربى كمائع تشغيل .

يمثل شكل ( ٥ ) احد هذه الانظمة - حيث يتبخّر جزء من المعدن المنصهر في المفاعل النووى نتيجة لطاقته الحرارية العالية ، وعند مروره في الانبوبة ذات الانفتاح يمتد ، وتحول طاقته الى طاقة حركية ، فيتدفق بخار المعدن داخل الانبوبة - وفي نفس الوقت يدخل المعدن المنصهر في صورة رذاذ الى الانبوبة ، وعندما يختلط الرذاذ بالبخار السريع يتكثف الاخير حول رذاذ المعدن المنصهر ، ويتبادلان كمية الحركة والنتيجة هي تدفق المعدن المنصهر داخل المنتج الكهربى بسرعة عالية وهو تحت تأثير المجال المغناطيسى فيتحول جزء من طاقته الحركية الى طاقة كهربية - هذا ويمكن الاستفادة بالمعدن المنصهر الخارج من المنتج الكهربى في انتاج بخار الماء ليعمل في دورة بخار تقليدية كما في الشكل . لقد تمكن المهندسون من انتاج الطاقة الكهربائية ذات التيار المتغير ذى الثلاثة اطوار باستخدام نظام المنتج الكهربى الخطى التافرى . ولكنى اود ان اضيف هنا انه لا تزال

هناك عقبات يجب التغلب عليها قبل تميم هذا النظام في محطات القوى الكهربائية المركزية أهمها التخلص من بخار المعدن حتى لا يتدفق الى المنتج الكهربى فيتلف بعض اجزائه .



احد المعدات التى تعمل بالمعادن المنصهرة في نظام ديناميكا الموائع المغناطيسى .

٣ - هناك نوع من هذا النظام يربط دورة المعدن المنصهر مع الدورة التقليدية لبخار المعدن أى ان هناك دورة مزدوجة تجمع بين دورة البخار ودورة السائل ( وهو المعدن المنصهر ) ، والهدف من ذلك هو الحصول على طاقة كهربية أكثر كفاءة وأكثر اقتصادا من أى من البخار والسائل . وتتلخص أسس هذا النظام في ان الطاقة الحرارية تنتقل من المفاعل النووى الى المعدن المنصهر - ثم يتحول جزء من الطاقة الحرارية للأخير الى طاقة كالمنة لتبخير جزء من السائل المنصهر ، ثم تحويل الجزء الأكبر من الطاقة الحركية للمعدن المنصهر الى طاقة كهربية في المنتج الكهربى .

والواقع ان هناك انواعا كثيرة من هذا النظام وفيما يلي شرح لاحداها ( شكل ٦ ) :

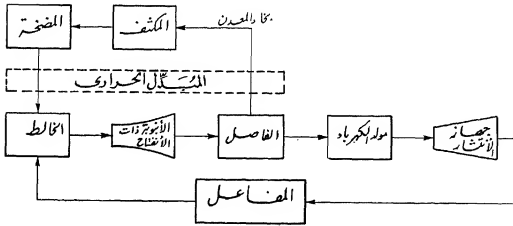
عندما يمر بخار المعدن « بالكثف » يتكثف ويخرج منه وهو في حالة سائل ، حيث يضغط بواسطة مضخة الى « الخالط » - وعند ملامسته للسائل الساخن بالخالط - يتبخر - وعند مرور كل من السائل والبخار في الانبوبة ذات الانفتاح يتمدد البخار ويتبادل مع السائل كمية الحركة فتزداد سرعة السائل فيتدفق داخل المنتج الكهربى تحت تأثير المجال المغناطيسى منتجا الطاقة الكهربائية .

عندما يتمدد البخار في الأنبوبة ذات الانفتاح ويبر ومعه السائل في الفاصل ينفصل البخار عن السائل حيث يمر الاول في المكثف وتبدأ عملية الضخ ثانية وهكذا .

ولزيادة كفاءة هذه الدورة المزدوجة يمر البخار ( اثناء مروره من الفاصل الى المكثف ) في « مبدل » حرارى فيبرد ، كما يمر السائل بعد ضخه في المبدل فيسخن ، كما في الشكل .

وللمقارنة بين استخدام البلازما واستخدام المعدن المنصهر نذكر المثل الآتى : في حالة المعدن المنصهر تصل الكفاءة الى ٥٠٪ عند درجة حرارة أقصاها ٩٠٠ درجة مئوية فقط وتصل الى ٥٥٪ عند درجة حرارة أقصاها ١٢٥٠ درجة مئوية - أما في حالة البلازما ( واستخدام غاز الهيليوم ) تصل الكفاءة الى ٥٠٪ في الدورة المثلثة عند درجة حرارة ١٧٠٠ درجة مئوية ، والى ٥٠٪ في الدورة المفتوحة عند درجة حرارة ٣٠٠٠ درجة مئوية .

• • •



شكل ٦

نظام الجتمع بين دورة السائل المنصهر ودورة البخار في نظام ديناميكا الموائع الفناطيسى .

## و - بطاريات الوقود :

البطاريات الكهربائية عموماً هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وذلك عن طريق احتراق الوقود الكيميائي ، ونتيجة لهذا الاحتراق تنطلق الإلكترونات ( وهي غاز التشفيل ) وتسير في الحمل الكهربى ( وهو مصباح كهربى مثلاً ) فتتحول معظم طاقة هذا الوقود الى طاقة كهربائية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة هذا الوقود الى طاقة كهربائية . ان مادة الوقود هي القطب السالب للبطارية ، أما مادة الاحتراق ( أى المادة التى سوف تسبب احتراق



هذا الوقود ) فهي أما مادة القطب الموجب ، وأما المادة الناتجة من التفاعل الكيميائي للقطب الموجب ، أي ان مادة الإحراق هي مادة القطب الموجب سواء كانت بطريق مباشر أم بطريق غير مباشر .

والفرق الأساسي بين بطاريات الوقود والبطاريات التقليدية المعروفة هو ان مادة الوقود ومادة الإحراق ( في البطاريات التقليدية ) هما قطبا البطارية نفسها هما غالبا مواد صلبة ، أما في بطاريات الوقود فان هذه المواد هي مواد غازية تندفق الى البطارية ( من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل ) بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقة الكهربائية من البطارية . أما الأقطاب فهي منفصلة ولا شأن لها بالاحتراق ، فبطاريات الوقود هي معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لتخزين الطاقة الكيميائية فقط كما في البطاريات التقليدية .

وتتراوح كفاءة التحويل في بطاريات الوقود بين ٦٠ ٪ / ٩٠ ٪ كما يتراوح وزنها وحجمها بين جزء من عشرة الى جزء من مائة من وزن وحجم البطاريات التقليدية عندما تنتج نفس الطاقة الكهربائية . وتعتبر بطاريات الوقود أحد انواع البطاريات الابتدائية ، وبذلك يجدر بنا هنا ان نقدم بعض تفصيلات عن البطاريات التقليدية ثم يلي ذلك تفصيل لبطاريات الوقود .

### يمكن تقسيم البطاريات الكهربائية التقليدية الى مجموعتين هما : البطاريات الابتدائية والبطاريات الثانوية ( او بطاريات الخزن ) .

ينتهي عمر البطارية الابتدائية عندما تتحول الطاقة الكيميائية المخزنة بها الى طاقة كهربية ، أي عندما يتم احتراق الوقود الكيميائي المخزون بها ، أما البطارية الثانوية فان حياتها لا تنتهي عند ذلك ، فعندما تتحول طاقتهما الكيميائية المخزنة الى طاقة كهربية يمكن إعادة البطارية الى حالتها الأولى ، أي خزن طاقة كيميائية داخلها مرة أخرى ، وذلك بامرار تيار كهربى فيها ( في الاتجاه العكسى ) ويسمى هذا « بشحن البطارية » ويمكن شحن البطارية الثانوية مرات عديدة - ومعنى ذلك ان التفاعل الكيميائي في البطاريات الثانوية يجب ان يكون قابلا للعكاس .

وتتكون البطارية ، سواء كانت ابتدائية أم ثانوية ، من عدد من الخلايا متصلة بعضها ببعض الآخر حتى يمكنها ان تعطي التيار الكهربى والضغط المطلوبين فمثلا تتكون بطارية الراديو ( الستة فولت ) من أربع خلايا متصلة على التوالي كل خلية تعطي ضغطا كهربيا مقداره فولت ونصف ، فالخلية هي وحدة البطارية .

وحيث ان أداء البطارية يتوقف على التفاعل الكيميائي فسوف أقدم شرحا مبسطا للتفاعل الكيميائي عموما ، وحيث ان التيار الكهربى داخل البطارية هو تيار أيونى ( أى يتكون من أيونات ) وليس تيارا إلكترونيا ( كالتيار الكهربى الذى يعرفه الأسلاك خارج البطارية ) ، فسوف أقدم كذلك شرحا مبسطا لعملية التانين .

ان طاقة الالكترونات الخاصة بأبعاد طبقة من النواة هي أقل طاقة ، وان الالكترونات هذه الطبقة هي التى تحدد الخواص الكيميائية والطبيعية للمادة ، وهى تسمى « الالكترونات المتحفزة او المستعدة » ، فهى دائما في حالة استعداد وتحفز للتفاعلات الكيميائية والتوصيل الكهربى كما ذكرنا

سابقاً في تكوين الدرة . فعند اذابة كلورود الصوديوم ( وهو الاسم الكيميائي للمح الطعام ) في الماء فإنه يتحلل الى أيون من الصوديوم موجب التكهرب ، وإيون من الكلورين سالب التكهرب . والمعروف ان عدد الالكترونات المتحفزة في ذرة الكلورين هو سبعة في حين ان لذرة الصوديوم الكترون واحد متحفز . فعند اذابة كلورود الصوديوم في الماء فان الالكترون المتحفز الخاص بذرة الصوديوم يتركها ويلتحق بذرة الكلورين مكوناً « أيون كلورين » سالب التكهرب يشتمل على ثمانية الكترونات في الطبقة الخارجية ويصير أكثر تماسكاً ، كما تصبح ذرة الصوديوم « أيون صوديوم » موجب التكهرب خال من الالكترونات المتحفزة الحائر . فعند اذابة مادة المحلول الكهربى المركبة الصلبة في الماء فانها تتحول الى أيونات سالبة ، تماماً كما يحدث لكلورود الصوديوم الذى سبق شرحه ، وقد يكون هذا التحليل كلياً أو جزئياً ، أى ان المحلول الكهربى ما هو الا سائل يحتوى على أيونات موجبة التكهرب وإيونات سالبة التكهرب ، فهو وسط كهربى ذو توصيل أيونى .

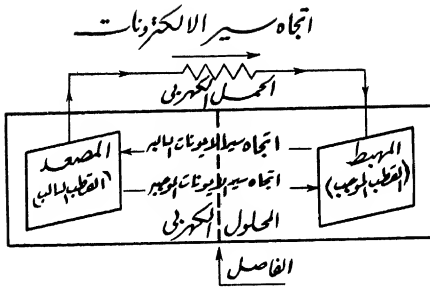
ان جزىء كلورود الصوديوم ( مثلاً ) في حالته البلورية الصلبة يتكون في الحقيقة من أيون صوديوم موجب التكهرب وإيون كلورين سالب التكهرب ، وذلك حتى يكون الجزىء متماسكاً تماسكاً شديداً نتيجة لقوة التجاذب الكهربائية بين الأيونين . فاذا وضع كلورود الصوديوم في الماء فإنه يتعرض للمجال الكهربى لجزيئات الماء ، ذلك لأن جزىء الماء جزىء مستقطب ، بمعنى ان مركز ثقل شحنته الموجبة لا ينطبق على مركز ثقل شحنته السالبة بل يبعد عنه ، فتوجد اذن قوة كهربية بين الشحنتين ، وتعالو هذه القوة الكهربائية ان تغلب على قوة التجاذب بين أيون الصوديوم الموجب وإيون الكلورين السالب ، وتعالو ان تبعدهما عن بعضهما فينفك رباط التماسك وتزداد المسافة بينهما ويذوب بعض كلورود الصوديوم في الماء وهو في شكل أيونات صوديوم موجبة التكهرب وإيونات كلورين سالبة التكهرب - ويحيط أيونات الصوديوم الموجبة التكهرب بجزيئات الماء المستقطبة وشحنتها السالبة متجهة نحو أيونات الصوديوم ( نتيجة للتجاذب الكهربى ) كما يحيط أيونات الكلورين السالبة بالتكهرب جزيئات الماء المستقطبة وشحنتها الموجبة متجهة نحو أيونات الكلورين ، ويسبب الجميع في المحلول .

اما التفاعل الكيميائى فهو ضم ذرات من بعض المواد أو تفرقة ذرات منها بحيث لايعترى الذرات أى تغيير في شخصيتها أثناء الانضمام أو التفرقة ، وينتج من هذا التفاعل الكيميائى جزيئات تختلف عن الجزيئات الداخلة فيه - فمثلاً عند تفاعل الكربون مع الاكسجين تنضم ذرة من الكربون مع ذرتين من الاكسجين ( أى مع جزىء من الاكسجين ) وينتج من هذا الانضمام ( أو التفاعل ) جزىء من ثاني اكسيد الكربون ( هو عبارة عن ذرة من الكربون وذرتين من الاكسجين ) قد يكون التفاعل الكيميائى مصحوباً بإطلاق طاقة أو مصحوباً بامتصاص للطاقة ، وذلك تبعاً لنوع التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون كهربية ، والسؤال الآن هو : من اين تأتى هذه الطاقة ؟ انها تأتى على حساب الكتلة ، فكتلة المواد المتفاعلة تختلف عن كتلة المواد الناتجة من التفاعل - فاذا كان التفاعل الكيميائى مصحوباً بإطلاق طاقة فان كتلة المواد الناتجة من التفاعل ، وقد تكون الطاقة حرارية وقد تكون ان هذا الاختلاف في الكتلة هو اختلاف طفيف ، حتى انه يمكننا القول ان لا تغير في كتلة المواد المتفاعلة من الناحية العملية الهندسية . ان

الكتلة والطاقة تعبران عن شيء واحد ، فالكتلة هي طاقة مركزة والطاقة هي كتلة طليقة - وفي هذا يتشابه التفاعل الكيميائي مع التفاعل النووي، ولكن هناك فرقا أساسيا هو أن ذرات المادة في التفاعل الكيميائي لا يعتبرها أى تفسير ، فهي تحتفظ بشخصيتها ولا تتأثر نواتها إطلاقا ، فالذرة تدخل التفاعل الكيميائي ككل وتخرج ككل ، أى تدخل ذرة كاملة وتخرج ذرة كاملة ، والتأثير الوحيد الذى يتركه التفاعل الكيميائي هو توزيع أو تبادل الإلكترونات المستعدة بين الذرات والجزيئات الداخلة في التفاعل - أما في التفاعل النووي فإن نواة المادة تتأثر بالتفاعل ، كما أن التغيير في كتلة المواد المتفاعلة هو تغيير ملحوظ وكبير ، ذلك لأن الطاقة الناتجة من التفاعل النووي كبيرة لدرجة مذهلة ، فالجرام الواحد من المادة يساوى طاقة كهربية مقدارها ٢٥ مليون كيلو وات ساعة .

**ان الطاقة المصاحبة للتفاعل الكيميائي هي الفرق بين طاقة التماسك بين الجزيئات قبل التفاعل ، وطاقة التماسك بين الجزيئات الناتجة من التفاعل - وهذا التماسك ناتج من قوى الجذب الكهربائية والمغناطيسية بين الإلكترونات ونويات جزيئات المادة .** ومن الحقائق المعروفة أن للإلكترونات في أى نظام ذرى ( أى مجموعة من الذرات ) أو جزيئى ( أى مجموعة من الجزيئات ) طاقة ، وتتوقف هذه الطاقة الداخلية على مقدار حركة الإلكترونات وعلى المستوى الطاقى الذى تسير فيه ( ذلك لأن هذه الطاقة ليست انسيابية بل هي متقطعة تقفز من مقدار الى مقدار فهي ذات مستويات محددة ) - فالإلكترونات المتبادلة ( أثناء التفاعل الكيميائي ) لها مستويات طاقات معينة محددة ، وهي في الجزيئات قبل التفاعل الكيميائي ولها مستويات طاقات أخرى ، وهي في الجزيئات الجديدة بعد التفاعل ، والفرق بين هذا وذاك هو الطاقة التي تصحب التفاعل الكيميائي ، فإذا علمنا أن الكتلة الفعالة للإلكترونات تختلف تبعاً لمستواها الطاقى تبين لنا أن كتلة المواد الناتجة من التفاعل سوف تختلف عن كتلة المواد الداخلة فيه ، وواضح أن هذا التغيير طفيف جدا ، فهو تغيير في الكتل الفعالة للإلكترونات المتبادلة أثناء التفاعل .

نعود ثانية الى تكوين وحدة البطارية ( الخلية ) - تتكون هذه الخلية من أربعة اجزاء هي المصعد ، والمهبط ، والمحلول الكهربى ثم الفاصل ( شكل ٧ ) - فالصعد - هو قطب البطارية السالب ، انه الوقود الكيميائي ، حيث تنطلق منه الإلكترونات بسهولة ( وهي غاز التشغيل ) الى دائرة الحمل الخارجية ، وهو يعمل كيميائيا كعامل اختزال بمعنى انه يقوم باختزال الايونات السالبة التكهرب الآتية اليه عن طريق المحلول الكهربى ويتأكسد ( أى يحترق ) هو نتيجة لذلك ، وعندما تنطلق الإلكترونات من المصعد تصبح بعض ذراته ايونات موجبة التكهرب . اما « المهبط » فهو قطب البطارية الموجب حيث يستقبل الإلكترونات بسهولة من دائرة الحمل الخارجية ، فهو يعمل كيميائيا كعامل مؤكسد بمعنى انه يقوم باكسدة جزيئات الماء بالاستعانة بالإلكترونات مكونا ايونات « الهيدروكسيد » السالبة التكهرب والتي سوف تحرق الوقود ، ويختزل نتيجة لذلك . اما **المحلول الكهربى** فهو الوسط الذى تنتقل فيه الايونات ، فلايونات الموجبة تنتقل من المصعد الى المهبط وتتفاعل كيميائيا مع مادته والايونات السالبة تنتقل من المهبط الى المصعد وتتفاعل مع مادته . وقد يكون المحلول الكهربى قلويا وقد يكون حمضيا . اما « الفاصل » فهو مادة عازلة ، غير قابلة للتفاعلات الكيميائية ( وهي ذات مسام ) ، لفصل المهبط عن المصعد .



شكل ٧

المكونات الأساسية لوحدة البطارية - مبينا عليها اتجاه سير الالكترونات والايونات أثناء التفريغ ( أى أثناء استهلاك الطاقة الكهربائية ) .

نختار مادة المصعد بحيث تحتوى طبقتها الأخيرة على الكترون واحد ( أو الكترونين أو ثلاثة ) حتى يسهل انطلاق الالكترونات منها بسهولة - وحيث ان اغلب العناصر المعدنية يتوفر فيها هذا الشرط نجد ان مواد المصعد المستخدمة في البطاريات هي مواد معدنية وهى : الصوديوم ( الكترون واحد متحفز ) ، المنجنيز ( الكترونان متحفزان ) ، المجنيزيوم ( الكترونات متحفزان ) ، الحديد ( الكترونات متحفزان ) ، والزنك ( الكترونات متحفزان ) ، الألومنيوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الكادميوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الانديوم ( ثلاثة الكترونات متحفزة ) ، الرصاص . كذلك يصلح غاز الايدروجين كمادة للمصعد ، ذلك لأن الايدروجين يحتوى على طبقة واحدة بها الكترون واحد ، يستخدم الايدروجين كمادة للمصعد في بطاريات الوقود .

كما نختار مادة المهبط بحيث ينقصها الكترون واحد أو الكترونات ( تبعاً لما هو متحفز في مادة المصعد ) لكي تصبح أكثر تماسكاً - ان أغلب مواد المهبط هي أكسيد المعادن أو ثانى أكسيد المعادن أو كلوريد المعادن ، ومن أمثلتها : أكسيد الفضة ، أكسيد الزئبق ، أكسيد النحاس ، أكسيد البزموت ، ثم ثانى أكسيد الرصاص ، ثانى أكسيد المنجنيز ، ثانى أكسيد النيكل ، ثم كلوريد الفضة ، كلوريد النحاس . كذلك تصلح جزيئات الأكسجين كمادة للمهبط . كما هو الحال في بطاريات الوقود .

أما المادة المركبة والتي يتكون منها المحلول الكهربى فيجب أن يتوافر فيها شرطان أساسيان

عند اختيارها : الشرط الاول انه يسهل تأينها اذا اذيت في الماء ، وبناء على ذلك يجب أن تتكون من مركب يشتمل على ذرة عنصر معدني (أو ذرة أيديروجين) وجزء عنصر آخر (أو عنصرين آخرين) بحيث تحتوي الطبقة الأخيرة (طبقة الإلكترونات المستعدة) للذرة العنصر المعدني على الكترون متحفز حائر (أو على اثنين أو ثلاثة) بحيث ينقص الجزء الكترونا واحدا (أو اثنين أو ثلاثة على الترتيب) حتى يصبح أكثر تماسكا. ومن أمثلة ذلك هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الصوديوم ، بروميد المجنزوم ، حامض الكبريتيك المخفف وغير ذلك . فعند اضافة الماء الى هيدروكسيد البوتاسيوم يتحلل إلى أيون بوتاسيوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة البوتاسيوم وقد فقدت الكترونها المتحفز الحائر) وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب (هو عبارة عن جزء الهيدروكسيد وقد انضم إليه الإلكترون الحائر وأصبح أكثر تماسكا) - وبالمثل يتحلل هيدروكسيد الصوديوم إلى أيون صوديوم موجب التكهرب وإيون هيدروكسيد سالب التكهرب - أما بروميد المجنزوم فإنه يتحلل إلى أيون مجنزوم موجب التكهرب (هو عبارة عن ذرة المجنزوم وقد فقدت الكترونها المتحفزين الحائرين) وإيون بروميد سالب التكهرب (وهو عبارة عن جزء البروميد الذي يتكون من ذرتين من عنصر البروميد وقد انضم إلى كل ذرة الكترون) - ينقص أبعد طبقة مساعدة للذرة البروميد الكترون واحد لكي تصبح كاملة العدد - أما حامض الكبريتيك فهو يتحلل إلى أيون أيديروجين موجب التكهرب (هو في الحقيقة ذرتا أيديروجين فقد كل منهما الكترونا) وإيون كبريتات سالب التكهرب (أي جزء كبريتات وقد انضم إليه الإلكترونان) .

أما الشرط الثاني فيجب أن يكون هناك توافق بين مادة المحلول الكهربى وبين مادتي المعدن والمهبط اللذين سيتزاجان لإنتاج وحدة بطارية .



وفيما يلي شرح مبسط لكيفية أداء أحد البطاريات الابتدائية ذات المحلول السائل ولتكن بطارية «الزنك وأكسيد النحاسيك» - ويمكن تطبيق نفس الشرح على أي نوع من أنواع البطاريات ابتدائية كانت أم ثانوية .

تتكون هذه البطارية من معدن الزنك (هو الوقود الكيميائي) ومهبط من أكسيد النحاسيك (وهو المادة التي سوف تحترق الوقود أي أنه مادة الاحتراق ، وهو جزء يشتمل على ذرة نحاس وذرة أكسجين) ومحلول كهربى من الصودا الكاوية (أي هيدروكسيد الصوديوم) .

عند اذابة الصودا الكاوية في الماء تتحلل إلى أيون هيدروكسيد سالب التكهرب وإيون صوديوم موجب التكهرب كما ذكرنا سابقا - وحيث أن معدن الزنك مبلل بالمحلول الكهربى وأن الزنك يسهل تحليله (كما ذكرنا سابقا أيضا) إلى أيون زنك موجب التكهرب والكترون (سالب التكهرب) فيتحد أيون الهيدروكسيد السالب التكهرب مع أيون الزنك الموجب التكهرب (ويكونان جزيئا من هيدروكسيد الزنك المتعادل كهربيا) ويخرج الكترون إلى دائرة الحمل الخارجية ، ومعنى ذلك أن الزنك قد احترق وأطلق غازا الكترونيا نتيجة لذلك الاحتراق . أما

المهبط وهو أكسيد النحاسيك فانه يستقبل الالكترونات الآتية اليه من دائرة الحمل فيسهل اتحاده مع الماء الموجود بالمحلول الكهربى ، فيتحد جزئان من أكسيد النحاسيك مع جزئ من الماء حيث يتكون جزئ من أكسيد النحاسوز ( وهو يشتمل على ذرة أكسجين وجزئ نحاس به ذرتان ) وايونان هيدروكسيد يتجهان نحوالمصعد ليحرقانه .

يتبين مما تقدم أن المصعد ( وهو قطب البطارية السالب ) تنطلق منه الالكترونات ( أى غاز التشفيل ) الى دائرة الحمل الخارجية وأنه قد تأكسد ( أى احترق ) - أما المهبط فقد استقبل الالكترونات الآتية اليه من الحمل واختزل هو من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز - كما يتبين أن التيار الكهربى فى دائرة الحمل الخارجية يتكون من الكترونات فى حين أن التيار داخل المحلول الكهربى هو تيارا يونى يتكون من ايونات . كما يتبين ايضا من مادة المصعد تتحول تدريجيا من الزنك الى هيدروكسيد الزنك ( الذى يذوب فى الماء ) وأن مادة المهبط تتحول تدريجيا من أكسيد النحاسيك الى أكسيد النحاسوز ( وهذا الاخير يتحول الى نحاس ) ، ويستمر هذا التحول حتى لا تستطيع البطارية انتاج طاقة كهربية ( الا قليلا جدا ) فينتهى عمرها .

تقدر سعة البطارية عموما بعدد « الامبيرساعة » او عدد « الوات ساعة » التى تسحب من البطارية اثناء تفريرها ، وتعتمد السعة على حجم البطارية وعلى معدل سحب الكهرباء منها - فاذا زاد حجم البطارية زادت سعتها - واذا قل معدل سحب الكهرباء منها زادت سعتها ايضا ، والزيادة الاخيرة ناتجة من زيادة كفاءة تحويل الطاقة من كيميائية الى كهربية .

تنقسم البطاريات الابتدائية الى انواع مختلفة اهمها البطاريات الجافة والبطاريات ذات المحلول الكهربى الصلب ، والبطاريات ذات المحلول الكهربى السائل .

### وفيما يلي شرح مبسط للبطاريات الثانوية :

يشبه اداء البطاريات الثانوية الى حد كبير اداء البطاريات الابتدائية ، ولكن هناك تحديدا اذق لمادة المصعد ومادة المهبط ، ذلك لان التفاعل الكيميائى عندهما يجب ان يكون قابلا للانكاس - فالتفاعل الكيميائى الذى يحدث لادتي المصعد والمهبط عند سحب الطاقة الكهربائية من البطا يمكن ان يحدث عكسيا عند شحن البطارية ، أى عند امرار تيار كهبرى فيها فى عكس اتجاه السحب ، ونتيجة لهذا التفاعل العكسى تسترجع مواد المصعد والمهبط حالتها الاولى قبل سحب الطاقة الكهربائية .

المواد التى تصلح للمصعد والمهبط هى اذن محدودة فهى : الرصاص والحديد والزنك والكادميوم للمصعد ، وثانى اكسيد الرصاص وثانى اكسيد النيكل واكسيد الفضة للمهبط .

تستخدم البطاريات الثانوية فى تطبيقات متعددة واسعة النطاق ، فمنها ما يتطلب قدرة كهربية تقدر بالآلاف الكيلو وات ( لامداد الفواصات بالكهرباء ) ومنها ما يستلزم بضع اجزاء من الالف من الوات فقط .

هناك خمسة انواع من البطاريات الثانوية هى : بطاريات الرصاص الحمضية وهى اهمها واكثرها استعمالا ، وبطاريات النيكل والحديد القلوية ، وبطاريات النيكل والكادميوم ، وبطاريات الزنك واكسيد الفضة ، ثم بطاريات الكادميوم واكسيد الفضة .

### بعض تفاصيل عن بطاريات الوقود :

بعد هذه المقدمة عن البطاريات الكهربائية التقليدية نعود الى الموضوع الرئيسي وهو **بطاريات الوقود** : بطاريات الوقود هي معدات لتحويل الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربية ( ذات بيار مستمر عن طريق التفاعلات الكيميائية ، والتي هي نفاعل أكسدة عند المهبط ( اى القطب الموجب) وتفاعل احتزال اى احتراق الوقود عند المصعد ( اى القطب السالب ) - ونعتبر هذه البطاريات بطاريات ابتدائية ولكنها تختلف عن البطاريات التقليدية في أن المواد الكيميائية اللازمة للتفاعلات ليست هي أقطاب البطارية ذاتها كما في البطاريات التقليدية ، وانما تتدفق هذه المواد الكيميائية الى البطارية من مصدر خارجي عن طريق أنابيب توصيل بمعدل يتناسب مع معدل سحب الطاقة الكهربائية من البطارية ، حيث يحدث التفاعل الكيميائي عند قطبين منفصلين لا شأن لهما بالتفاعلات الكيميائية - فبطاريات الوقود هي معدات حقيقية لتحويل الطاقة وليست معدات لخيرن الطاقة الكيميائية فقط كما في البطاريات التقليدية .

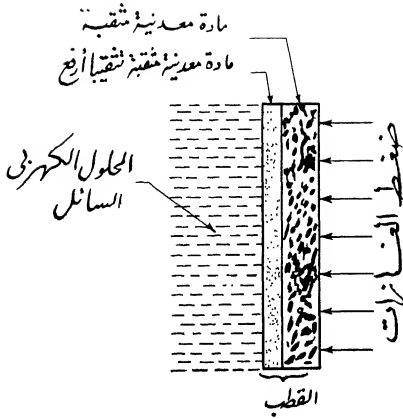
### هناك نظامان من بطاريات الوقود :

( **النظام الاول** ) وفيه يستعمل الوقود الكربوني ، وهدف هذا النظام هو استخدام طاقة الكربون بأعلى كفاءة ممكنة ، حيث يحول الكربون أولا الى غاز اول أكسيد الكربون أو الى الغاز المائي ، ثم يضغط ليتدفق نحو قطب البطارية السالب ، وفي نفس الوقت يضغط غاز الاحتراق ( الاوكسجين أو الهواء ) ليتدفق نحو قطب البطارية الموجب - ان نتيجة التفاعل الكيميائي النهائية هي اتحاد اول أكسيد الكربون مع الاوكسجين ، فيتكون ثاني أكسيد الكربون ( وهو العادم ) ، ومعنى ذلك احتراق الوقود الكيميائي ليتحول الى رماد .

اما في ( **النظام الثاني** ) : يستخدم غاز الايدروجين كوقود ، ونتيجة التفاعل الكيميائي النهائية هي اتحاد جزيئات الايدروجين مع جزيئات الاكسجين فتتكون جزيئات من الماء .

كما يمكن تقسيم بطاريات الوقود الى ثلاثة انواع تبعاً لحالة المحلول الكهربى . النوع الاول وفيه المحلول الكهربى سائل ، والنوع الثانى محلوله الكهربى عجينه ( اى شبه صلب ) ، أما في النوع الثالث فالمحلول الكهربى صلب .

**النوع الاول** : يستخدم عادة غاز الايدروجين كوقود - كما يستخدم الاكسجين او الهواء كغاز للاحراق ( اى الغاز الذى سوف يتسبب في احتراق الوقود ) - اما المحلول الكهربى السائل فهو في العادة قلوئى مثل الصودا الكاوية ( هيدروكسيد البوتاسيوم ) ومثل هيدروكسيد الصوديوم - كما تصنع الاقطاب بحيث تسمح للغازات الوقود وغازات الاحتراق بالانتشار خلالها ، حتى تتفاعل الغازات مع المحلول الكهربى السائل ويحدث التفاعل الكيميائي - فهى تصنع من حبيبات أو مسحوق من مادة معدنية ، أو من مادة معدنية مثل النيكل أو الفضة مثقبة ذات مسام اى بنقوب قطر اى منها حوالى جرتين من الالف من المليمتر ، أو من كربون مثقبة - ومعنى ذلك أنه لا بد ان تكون هناك منطقة كبيرة على سطح ( وفي داخل جسم ) القطب تتفاعل فيها الغازات مع المحلول الكهربى ( شكل ٨ ) . كما يستحسن ان تتدفق الغازات وهى تحت ضغط ، حتى تمنع المحلول الكهربى من سد المسام ( الثقوب ) .



شكل ٨

انتشار الغازات خلال مادة الأقطاب المثقبة .

ولا يفصل استخدام الوقود الكربوني ( كغاز أول أكسيد الكربون مثلاً ) والسبب في ذلك هو أن ثاني أكسيد الكربون الناتج من احتراق الوقود سوف يتفاعل مع المحلول الكهربائي السائل ، فيستهلك المحلول الكهربائي ، هذا بالإضافة إلى انسداد مسام الأقطاب بإملاح الكربونات .

#### وتتم التفاعلات الكيميائية في هذا النوع من البطاريات كما يأتي :

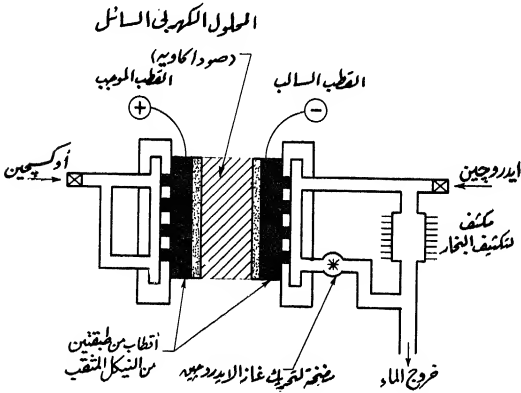
**أولاً - التفاعلات عند قطب البطارية السالبة ( المصعد ) :** تتحلل جزيئات الإيدروجين ( وهو الوقود ) إلى ذرات الإيدروجين ، ثم يحترق هذا الوقود باتخاذها مع أيونات الهيدروكسيد السالبة التكهرب والآتية إليه من القطب الموجب عن طريق المحلول الكهربائي ، ونتيجة هذا الاحتراق هو انطلاق الإلكترونات ( وهي غاز التشغيل ) إلى المحل الكهربائي خارج البطارية ، حيث يعمل هذا الغاز الإلكتروني شغلا كهربيا هو الطاقة الكهربائية المفيدة ، كما ينتج من هذا الاحتراق جزيئات من بخار الماء .



**ثانياً -** التفاعلات عند قطب البطارية الموجب ( المهبط ) : تتحد الالكترونات ( الآتية من الحمل الكهربى بعد تأديتها التشفيل الكهربى المفيد ) مع الاوكسجين ( وهو غاز الاحراق ، ومع ريشات الماء فتتكون ايونات سالبة التكهرب من الهيدروكسيد اساسا .

وهناك انواع متعددة من بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل وشكل ( ٩ ) يبين احد هذه الانواع وفيه الاقطاب مصنوعة من النيكل المثقب وهى رفيعة السمك ، اذ يبلغ سمكها الى المليمتر ، وهى تتكون من طبقتين تختلفان عن بعضهما في مقدار اقطاب التنقيب ، فالطبقة التى تواجه الغازات يبلغ قطر التنقيب بها حوالى ثلاثة اجزاء من المائة من المليمتر ، فى حين انه سف ذلك فى الطبقة التى تواجه المحلول الكهربى السائل ، وهو يتكون من الصودا الكاوية والى بلغ تركيزها حوالى ٢٥٪ - كما ان البطارية مجهزة بمكثف لتكثيف بخار الماء الناتج من التفاعل كيميائى عند قطب البطارية السالب - كما يوجد مضخة لتحريك غاز الايدروجين .

تتكون بطاريات الوقود ذات المحلول الكهربى السائل من عدد من الوحدات ( الخلايا ) قد يصل الى الالف ، كما تنتج هذه البطاريات قدرة كهربية قد تصل الى عشرات الكيلو وات وهى تعمل عند



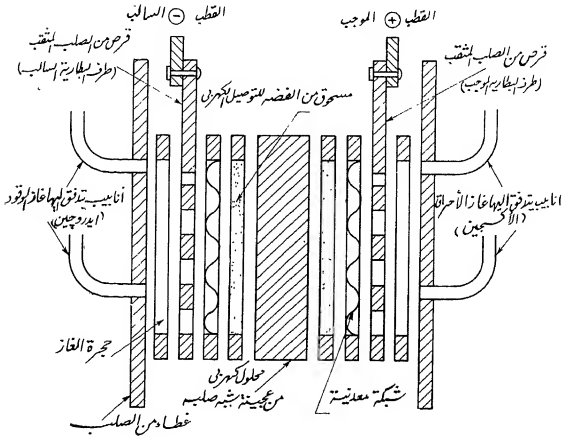
شكل ٩

بطارية وقود ذات محلول كهربى سائل .

درجات حرارة أقل من مائة درجة مئوية وذلك لأن غاز الأيدروجين يتفاعل سريعاً حتى عند درجات الحرارة المنخفضة. كما تعمل عند ضغوط معتدلة ، إلا أن بعضها يعمل عند درجات من الحرارة قد تصل إلى ٢٠٠ درجة مئوية وأكثر ، وغازات تحت ضغوط قد تصل إلى خمسين ضغط جوى وذلك للحصول على مقادير أكبر من الطاقة الكهربائية لنفس الأحجام والأوزان .

### النوع الثانى :

يختلف هذا النوع عن النوع السابق الذكر فى أن المحلول الكهربى عينية شبه صلبة من أكسيد المنجنيز وكربونات البوتاسيوم وكربونات الليثيوم - كما أن سطح الاقطاب مكونة من مسحوق الحديد أو النيكل فى حالة قطب غاز الأيدروجين ( القطب السالب ) وقد يكون من مسحوق الفضة فى حالة قطب غاز الأكسجين ( القطب الموجب ) - كما تجهز بطاريات هذا النوع عادة بشبكات معدنية لتمكين الاقطاب من الضغط على المحلول الكهربى - وشكل ( ١٠ ) يبين إحدى هذه البطاريات .



شكل ١٠

بطارية وفود ذات محلول كهربى شبه صلب .

تعمل هذه البطاريات عند درجات الحرارة المرتفعة نسبياً ( بين ٥٠٠ ٤ ٨٠٠ درجة مئوية ) نهي اذن لا تتطلب غاز ايدروجين نقي كما هو الحال في النوع الاول - كما يمكن استخدام غاز ول اكسيد الكربون والغاز الطبيعي كغازات وقود ، والسبب في ذلك هو امكان الحصول على تيار كهربي كبير المقدار باستخدام هذا الوقود الكربوني عند درجات الحرارة العالية .

تتلخص صناعة هذا النوع من البطاريات في عمل الاقطاب من حبيبات من مادة معدنية نضغط على القرص الذي يحتوى على عجينة المحلول الكهربي ، وتوضع جميعها في وعاء محكم الغلق ومجهز بأنابيب تسمح بمرور غاز الوقود وغاز الاحتراق ولا تسمح بخلطهما .

### النوع الثالث :

يعتمد عمل البطاريات ذات المحلول الكهربي الصلب على الخاصية الآتية :

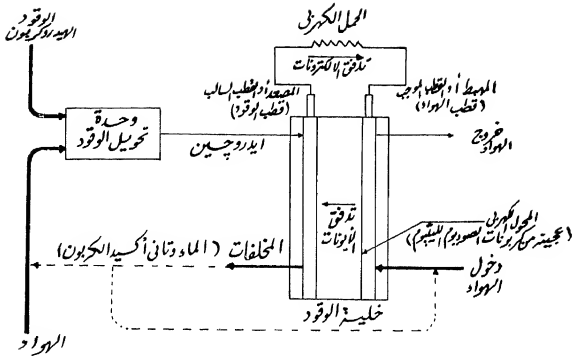
إذا رفعت درجة حرارة بعض المواد الصلبة الى حوالي ١٠٠٠ درجة مئوية فإن ايوناتها تصبح قابلة للحركة وتحرك خلال المادة الصلبة ، ومن امثلة هذه المواد « اكسيد الزركونيوم » يستخدم غاز الايدروجين في هذا النوع من البطاريات كوقود ، كما يستخدم غاز الاكسجين كمادة احراق .



**ولا يفوتنا ان نشرح هنا باختصار بطاريات الوقود الهيدروكربوني والتي تعمل ( بالجازولين والكبروسين ووقود الديزل ) مع الهواء والتي سوف يكون المستقبل لها نظراً لتشغيلها بوقود رخيص شائع الاستعمال . هناك نظامان من هذه البطاريات : النظام الاول وهو الاكثر شيوعاً ويقدم هو نظام الاحتراق غير المباشر ، أما الثاني فهو نظام الاحتراق المباشر - ففي النظام الاول يتحول الوقود الهيدروكربوني قبل احتراقه الى ايدروجين ( تختلف درجة نقاوه تبعاً لنوع لطارية ) ثم يحترق هذا الايدروجين عند قطب البطارية السالب او المصعد ( وهو قطب الوقود ) فنطلق الالكترونات ( وهي غاز التشفيل ) الى الحمل الكهربي خارج البطارية - شكل ( ١١ ) - وعند قطب البطارية السالب او المهبط ( وهو قطب الهواء ) تتحد الالكترونات ( الواردة من الحمل الكهربي ) مع اوكسجين الهواء مكونة في النهاية جزيئات من الماء تعمل هذه البطاريات بين ٦٠ الى ١٠٠٠ درجة مئوية .**

اما في نظام الاحتراق غير المباشر يغال الوقود الهيدروكربوني مباشرة عند القطب السالب حيث يحترق مطلقاً الالكترونات الى الحمل الكهربي الخارجى ، وتستكمل الدائرة الكهربائية كما في النظام السابق .

كما لا يفوتنا ان نقارن بين أنواع الوقود المختلفة وهي « الايدروجين » ثم الوقود الوسطى وأخيراً « الوقود الهيدروكربوني » .



شكل ١١

المكونات الأساسية لوحدة البطارية التي تعمل بالوقود الهيدروجيني والهواء - الصغلة الكهربى الناتج هو فولت واحد تقريبا .

ان الايدروجين وقود بسيط ( غير مركب ) قوى التفاعل ، فكل ذرة منه تفقد الكترونا أثناء التفاعل عند قطب البطارية السالب ، وهذا يفسر كثافة التيار الكهربى العاليه التى يمكن الحصول عليها باستخدام الايدروجين كوقود - ولكن للايدروجين بعض العيوب أهمها ارتفاع ثمنه وصعوبة تخزينه . أما « الوقود الوسط » فهو متوسط التفاعل ، متوسط الثمن ، متوسط الطاقة ، ولا توجد صعوبة كبيرة فى تداوله وتخزينه ومن أمثلته « الامونيا » و « الكحول الميثيلى » .

لا شك أن المستقبل هو للوقود الهيدروجينى وخاصة السائل منه ، وذلك بالرغم من انخفاض درجة تفاعله المركب ، نظرا لشعوع تداوله وخصه .

ولا يفوتنى ايضا ان اقارن بين الاكسجين والهواء كغازى احراق . ليس للاكسجين تأثير ضار على عمل البطارية ولا على المحلول الكهربى ولكنه مرتفع الثمن ، بالإضافة الى صعوبة نقله وكبر حجمه وثقل وزنه . أما الهواء فهو مادة احراق بلا ثمن ، الا ان له بعض الاضرار الناتجة من تواجد النيتروجين وثنائى اكسيد الكربون ، فالاول قد يملأ مسام مادة المهبط فيقلل من وصول الاكسجين اليها بالإضافة الى انه قد يحمل معه ( أثناء مروره فى المحلول الكهربى السائل ) بخار الماء مما يؤثر على عمل البطارية - أما ثنائى اكسيد الكربون فله تأثير ضار على المحاليل

الكهرية القلوية وذلك بتفاعله معها ككل أو بترسيبه المواد الصلبة على أقطاب البطارية ، وعلى ذلك يجب إزالة نائي أكسيد الكربون من الهواء قسلاً استعماله ، أو تغيير المحلول الكهربي بين آونة وأخرى .

إن أياً من أنواع البطاريات السابقة الذكر يجب أن يكون مجهزاً بأجهزة أوتوماتيكية لتنظيم كمية الغاز تبعاً لكمية الكهرباء المطلوبة ، كما يجب أن يكون مجهزاً بمعدات وقاية نتيجة لسوء التشغيل وذلك بتجهيزها بمعدات لتحديد درجة الحرارة وتحديد مقدار التيار الكهربي ومقدار الضغط الكهربي - كما يجب أن لا يتغير المحلول الكهربي بل يبقى بحالته وتكوينه سواء كان سائلاً أم صلباً أم شبه صلب - وغير ذلك من التجهيزات .

**ويمكنني أن أذكر بدون مبالغة أن بطاريات الوقود ذات السعة الكبيرة سوف تؤدي إلى تغيير جذري في توزيع الشبكات الكهربائية - والسبب في ذلك أن كفاءة التحويل ( في بطاريات الوقود ) كبيرة المقدار فهي تتراوح بين ٥٠ ٪ ، ٩٠ ٪ ولا تعتمد على حجم وسعة البطارية ، وهذا بخلاف المحطات التقليدية لتوليد الكهرباء حيث تزداد الكفاءة كلما زادت قدرة المحطة ، وهذا هو السبب الرئيسي في إنشاء المحطات التقليدية بقدرات تبلغ مئات الآلاف من الكيلووات وتوزيعها عن طريق الشبكات الكهربائية - أن كل منزل وكل مصنع يمكنه أن يستقل استقلالاً كاملاً بما يحتاج إليه من الطاقة الكهربائية ، وذلك باستعمال بطاريات الوقود وخاصة التي تعمل بالوقود الهيدروكربوني وبالهواء كمادة احراق .**

حينما تكون الحاجة ماسة إلى تيار كهربي كبير المقدار يبلغ الآلاف من الأمبيرات وضغط كهربي صغير المقدار ( عشرات من الفولتات مثلاً ) فبطاريات الوقود هي خير من يلبي النداء ، ومن أمثلة ذلك الصناعات الكيميائية الكهربائية مثل صناعة السماد حيث غاز الأيدروجين ( ولو أنه غير نقي ) وغاز أول أكسيد الكربون ( ولو أنه غير نقي أيضاً ) هما منتجات جانبية في هذه الصناعات ، ويمكن استغلالهما كوقود للبطاريات - أما عند شركات تكرير البترول فإن هذه الغازات متوفرة ويمكن استغلالها لنفس الغرض - وفي مصانع اللحام بالكهرباء سوف تأخذ بطاريات الوقود مكان الصدارة ، بدلاً من وحدات « المحركات والمولدات » الكهربائية المستخدمة حالياً ، فبطاريات الوقود سوف تزيد كفاءة العمل ، فهي تعمل في هدوء وسكون .

أما في التطبيقات العسكرية فبطاريات الوقود تمتد أجهزة الرادار ( في الخطوط الامامية مثلاً ) بالطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيلها ، كما تمد بعض أنواع الغواصات بالكهرباء .

كما نمد بطاريات الوقود السيارات بالطاقة الكهربائية اللازمة لتسييرها .

#### **ز - المعدات الكهربائية الحديثة التي تعمل بالنفط الحار الكهربي +**

المولدات الحرارية الكهربائية هي آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الإلكترونات ( وليس البخار أو الهواء الساخن كما في الآلات الحرارية التقليدية ) ، حيث تنتقل الطاقة الحرارية إلى هذا الفضاء الإلكتروني عن طريق تبادل الطاقة بين الإلكترونات والهيكلي البلوري للمادة المستخدمة ، ثم تحويل طاقة الإلكترونات هذه إلى طاقة كهربائية .

وحيث أن الفترة الزمنية اللازمة لهذا التبادل هي حوالى جزء من مائة ألف من المليون من الثانية ، فهي قصيرة جدا لا تكفى اطلاقا لتسرب الحرارة من الهيكل فيبقى ساخنا ، وهذا هو أحد الاسباب الرئيسية التى تحد من درجة الحرارة ، وبالتالي تحد من كفاءة هذه المعدات ان أقصى درجة حرارة تعمل بها المولدات الكهربائية الحرارية حاليا هي حوالى ٦٠٠ ° مئوية .

ويتوقف عمل هذه المعدات على الظواهر العملية التالية :

✻ عند وضع نقطة تلامس ( تماس ) طرفى سلكين معدنيين مختلفين عند درجة حرارة معينة ، ووضع الطرفين الآخرين عند درجة أخرى من الحرارة ، تتولد قوة دافعة كهربية ( ضغط كهربى ) فيمر تيار كهربى مستمر نتيجة لهذا الضغط الكهربى ، ومعنى ذلك ان تدفق الطاقة الحرارية من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة يحمل معه شحنة كهربية . يتوقف مقدار الضغط الكهربى على الفرق بين درجتى الحرارة ، ويسمى الضغط الكهربى لكل درجة حرارة فرق بمعامل ( سيبك ) تبعا لاسم مكتشفه .

✻ اما اذا مر تيار كهربى عند نقطة تلامس معدنيين مختلفين انطلقت طاقة حرارية او امتصت طاقة حرارية تبعا لاتجاه سير التيار ، ويسمى مقدار الطاقة لكل وحدة تيار ( اثناء وحدة زمنية ) « بمعامل بلتييه » تبعا لاسم مكتشفه ، فكان التيار الكهربى ( أى الالكترونات المتدفقة ) يحمل معه طاقة حرارية ( من النقطة الساخنة الى النقطة الباردة ) . ان «معامل بلتييه » يساوى « معامل سيبك » مضروبا في درجة الحرارة المطلقة .

✻ وعندما يمر تيار كهربى في مادة متجانسة ( سلك معدنى متجانس مثلا ) ولكن درجة الحرارة مختلفة في اتجاه طوله امتصت المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار الكهربى من النقطة ذات درجة الحرارة الأقل الى النقطة ذات درجة الحرارة الأعلى والعكس صحيح ، أى انطلقت من المادة طاقة حرارية اذا كان اتجاه التيار من النقطة ذات درجة الحرارة الأعلى الى النقطة ذات درجة الحرارة الأقل . تسمى كمية الطاقة الحرارية في كلتا الحالتين « بحرارة تومسون » تبعا لاسم مكتشفها - وهى تتناسب مع مقدار التيار الكهربى ومسح الفرق بين درجتى الحرارة .

ان اكبر كفاءة امكن الحصول عليها حتى الآن باستخدام معدني البيزموث والانتيمونى هي ٣٪ ، في حين أن الكفاءة تصل الى ١٠٪ باستعمال المواد شبه الموصلة ، والسبب في ذلك ان مقدار معامل سيبك في المواد المعدنية صغير ، في حين ان المواد شبه الموصلة يمكن اختيارها وقطعها صنائيا بمواد أخرى حتى تصبح ذات درجة توصيل كهربى كبيرة وذات معامل سيبك معقول المقدار ايضا .

**ان المواد شبه الموصلة هي المواد الفعالة في المولدات الحرارية وبناء على ذلك فسوف نقدم فيما يلى أسس هذه المواد :**

ان التقدم الكبير الذى أحرزته تكنولوجيا المواد شبه الموصلة لغرض صناعة الترانزستور وما سبقه من دراسات ضخمة لعنصرى الجرمانيوم والسيليكون ( وهما من المواد شبه الموصلة يصنع

منهما الترانزستور الى وقتنا هذا ) وما تبع ذلك من دراسات للمواد شبه الموصلة المركبة ، قد أدت جميعها الى التحسين والتقدم الكبير في معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة - ومع ان مادي الجرمانيوم والسيليكون ( اللذين يستخدمان في صناعة الترانزستور ) لا يفيضان في المعدات الحرارية الكهربائية نظرا لارتفاع تمنهما وكذلك نظرا لانهما لا يتحملان درجات الحرارة العالية ( والتي تقرب من درجة الاحمرار ) بدون ان يفقدوا صهما الكهربائية ، الا اننا سوف نقدم شرحا مبسطا لهاتين المادتين نظرا لانهما أسهل شرحا من أى مواد شبه موصلة أخرى . ان المستعمل فعلا في المعدات الكهربائية الحرارية هي « مركبات المواد شبه الموصلة » .

لقد ذكرنا سابقا ان الالكترونات المستعدة ( او المتحفزة ) وهي الالكترونات الخاصة بأبعد طبقة من النواة هي التي تعين خواص المادة ، فاذا كانت طبقة من ذرتها تتحرك داخل المادة في سهولة ويسر فالمادة « معدنية » ذات درجة توصيل عالية للكهرباء ، أما اذا كانت الالكترونات المستعدة مقيدة الى ذرتها بقيد يصعب فكها فهي مادة « عازلة للكهرباء » ، أما المواد شبه الموصلة فهي بين حالتي المواد الموصلة والمواد العازلة .

ان عدد الالكترونات المتحفزة في أى من الجرمانيوم أو السيليكون أربعة - فاذا تكونت بلورة من الجرمانيوم (وهي مجموعة كبيرة متناسقة هندسيا من ذرات الجرمانيوم ) بحيث تكون الذرات فيها مرتبة كما في شكل ( ١٢ ) تصبح أى من الذرات وكأنها محاطة بثعانيئة الكترونات متحفزة . وهذا الوضع في التركيب يعادل تركيب ذرة الفان الخامل ( الكريبتون ) والذي فيه الالكترونات المتحفزة شديدة التماسك بذرتها لدرجة يصعب معها فك هذا التماسك . ان سبب التماسك الشديد هو الرباط المتين بين ذرات الجرمانيوم والناتج من قوى الجذب الكهربائية . ان درجة التوصيل الكهربى للجرمانيوم في هذه الحالة ( وهي تناسب تناسب طرديا مع عدد الالكترونات السهلة الحركة ، أى تناسب تناسب عكسيا مع درجة تماسك الالكترونات المتحفزة ) صغيرة جدا ، فالجرمانيوم يعتبر مادة عازلة عند درجة الصفر المطلق ، اما عند درجة حرارة الجو العادية فان الطاقة الحرارية تكفي لفصل جزء صغير من الالكترونات المستعدة ( بنسبة الكترون واحد في كل بليون ذرة ) فتزداد درجة توصيله الكهربى قليلا ولكنها لا تزال صغيرة نسبيا . وما ذكرناه عن الجرمانيوم ينطبق على السيليكون .

كيف اذن يمكن زيادة درجة التوصيل الكهربى لهاتين المادتين ؟ يتأتى ذلك عن طريق التطعيم بمادة غريبة فتنشر ذرات هذه المادة بين ذرات الجرمانيوم ( أو السيليكون ) - ان مادة التطعيم هذه لها شروط معينة ، فالكتروناتها المتحفزة يجب ان تكون خمسة أو ثلاثة - ومن أمثلة المادة الاولى الفوسفور والارستك والانتيمون - عندما تطعم مادة الجرمانيوم بأحد هذه المواد فان هيكلها يصبح وكان به الكترون فائض غير ضرورى لتماسك الهيكل ( شكل ١٢ ) - ان الطاقة اللازمة لفك ( أى تحرير ) هذا الالكترون من الهيكل هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكترونات المتحفزة في الجرمانيوم غير المطعم . تسمى مادة التطعيم في هذه الحالة « بالنافع » ويسمى نوع الجرمانيوم « بالجرمانيوم السالب » - وذلك لاحتوائه على الكترونات ضعيفة التماسك فيسهل نقلها داخل المادة من ذرة لأخرى وذلك عند درجة





في هذه الحالة « المتنفع » ويسمى نوع الجرمانيوم المطعم بها « الجرمانيوم الموجب » - ان الطاقة اللازمة لملء الفجوة هي طاقة صغيرة المقدار فهي جزء من المائة من الطاقة اللازمة لفك ( اى تحرير ) أحد الالكترونات المتحفزة في الجرمانيوم غير المطعم وبذلك يسهل ملء الفجوات ، فتظهر وكان الفجوات تنتقل داخل المادة بسهولة وينشر ، وذلك عند درجة الحرارة العادية ويصبح الجرمانيوم ذى درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار نسبيا .

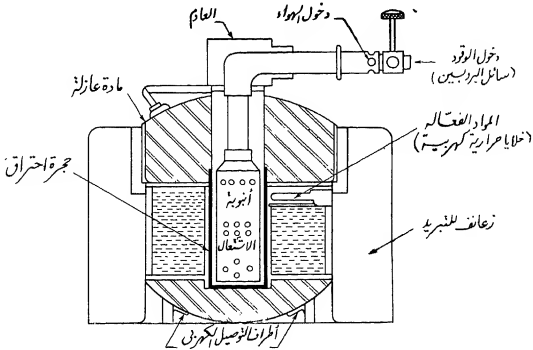
يتبين مما تقدم انه للحصول على درجة توصيل كهربى كبيرة المقدار يجب أن تكون نسبة مادة التطعيم كبيرة ، قد تصل الى ملايين من كمية التطعيم في المواد المستخدمة في صناعة الترانزستور ، حتى انه يمكن تسمية المواد المستخدمة في المعدات الحرارية الكهربائية انها سبائك « شبه معدنية » وليست « شبه موصلة » فهي اقرب للمود المعدنية ، وبناء على ذلك فلا ضرورة لتنقية المواد شبه الموصلة قبل التطعيم للدرجة عالية من النقاوة كما هو الحال في المواد المستخدمة في الترانزستور ( حيث تصل درجة نقاوتها ١٠ : ١ ) وبذلك فهي رخيصة الثمن نسبيا . وإذا كان الامر كذلك فلماذا لا نزيد من تركيز مادة التطعيم ؟ الجواب على ذلك ان هناك خصائص أخرى مطلوبة تحد من هذه الزيادة أهمها معامل « سيبك » حيث يزداد مقدار هذا المعامل كلما قل تركيز التطعيم فقد يصل الى بضع أجزاء من الألف من القولت لكل درجة حرارة ( فرق ) في المواد ذات التطعيم القليل ، ولكن درجة التوصيل الكهربى في هذه الحالة سوف تكون صغيرة المقدار فلا فائدة منها ، وعلى ذلك فاننا نجد أن هناك درجة تركيز تطعيم معينة تجعل كفاءة التحويل أكبر ما يمكن وهى بين ١٠ : ١٨ الى ٢١ : ١ لكل سنتيمتر مكعب ، وعند هذه الدرجة من التركيز يتراوح معامل « سيبك » بين ٠.٢ - ٠.٣ جزء من الألف من القولت .

لقد بينت الأبحاث أن ارتفاع درجة حرارة المركبات شبه الموصلة ( المستخدمة في صناعة المعدات الحرارية الكهربائية ) لا تلغها ولا تفقدها خواصها الكهربائية كما يحدث للمادى الجرمانيوم والسيليكون المستخدمين في صناعة الترانزستور ، ذلك لأن مادة التطعيم تعتبر مذابة في محلول صلب مخفف من المادة المركبة شبه الموصلة ، مثلها في ذلك كمثل مادة المحلول الكهربى الصلبة عند اذابتها في الماء في البطاريات السائلة . فعندما تتغير درجة الحرارة تتغير معها درجة الاذابة ، اى تتغير معها درجة تركيز حاملات الشحنات الكهربائية ، ولكن سرعان ما تصل الى قيمة مستقرة عندما تستقر درجة الحرارة عند مقدار معين ، وبناء على ذلك فان ارتفاع درجة الحرارة لا يؤدي الى تلف المادة المركبة ، وانما يؤدي الى زيادة حاملات الشحنات الكهربائية . يجدر بنا ان نكرر هنا انه كلما ارتفعت درجة الحرارة زادت كفاءة التحويل .

تتكون اذن وحدة المنتج الحرارى الكهربى من زوج حرارى ، احدى ساقيه مكونة من مادة مركبة شبه موصلة « موجبة » والساق الاخرى مكونة من نفس المادة شبه الموصلة ولكنها « سالبة » . ان المادة المركبة شبه الموصلة التي تصنع منها معدات الانتاج الحرارية الكهربائية هي سبائك مركبة من مادتين او أكثر ، وحاليا هي « تليريد الرصاص » وهو مركب من التليروم والرصاص ، وفي حالة النوع الموجب تطعم هذه المادة بمادة « الصوديوم » بنسبة ٣.٣ في المائة ، اما في حالة النوع السالب فتطعم بمادة « أيودين الرصاص » بنسبة ٣.٣ في المائة .

ويستعمل غاز البروبين او الغاز الطبيعى كمصدر للطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة تقطع تلامس ساقى الازواج الحرارية - كما قد يستخدم التسخين الكهربى لنفس الغرض . هذا ويمكن استخدام طاقة الشمس الحرارية وخاصة عند الاستعمال فى الاقمار الصناعية . وفيما يلى وصف لاحد معدات الانتاج الحرارية الكهربائية الحديثة :

يبين شكل ( ١٣ ) منتجاً حرارياً كهربياً ذا قدرة متوسطة ( حوالى ١٥ وات ) يعمل باسعال غاز البروبين الطبيعى - يدخل غاز البروبين مع الهواء فى أنبوبة الاحتراق - ويوضع حول حجرة الاحتراق اطراف عدد كبير من الازواج الحرارية ، نصفها من مركب « ثلريد الرصاص الموجب » والنصف الآخر من مركب « ثلريد الرصاص السالب » حيث أن كل زوج يتكون من ساقين من مادتين مختلفتين هما ثلريد الرصاص الموجب ، وثلريد الرصاص السالب - اما الاطراف الخارجية للازواج الحرارية فهى متصلة بزعانف للتبريد ، وبلغ كفاءة التحول فى هذا المولد ٧٪ . كما أن هناك مولدات حرارية كهربية بنفس التكوين السابق وهى مكونة من حوالى ٣٠٠ زوج حرارى متصلة على التوالي ، وهى ذات قدرة كهربية حوالى ٣٠٠ وات وضغط كهربى عند التحميل حوالى ٣٠ فولت ، وان درجة حرارة النقط الساخنة حوالى ٦٠٠ درجة مئوية ودرجة حرارة النقط الباردة حوالى ١٥٠ درجة مئوية ( تستخدم مراوح للتبريد تستهلك عشر القدرة الكهربائية ) - وبلغ وزن الجهاز ومعداته اقل من ٤٠ رطلا . هذا ويمكن استخدام التسخين الكهربى بدلا من اشعال غاز البروبين - ويقدر عمر هذا الجهاز بين خمس الى عشر سنوات .

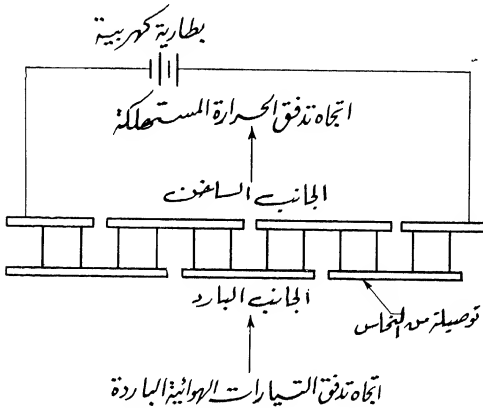


شكل ١٣

منتج حرارى كهربى يعمل بغاز البروبين .

ان أهم التطبيقات لمعدات الإنتاج الحرارية الكهربائية هو في الأقمار الصناعية لإمداد أجهزة الإرسال اللاسلكية بها بالطاقة الكهربائية وفي المعدات الحرارية ، كما ان هناك معدات انتاج كهربية حرارية تباع في الاسواق تتراوح سعتها بين جزء من الواط الى ١٠٠ وات بل والى ٥٠٠ وات - ويمكن القول ان معدات الانتاج الحرارية الكهربائية تعتبر مصدرا هاما من مصادر الكهرباء وخاصة في الجهات النائية البعيدة عن العمران مثل اضاءة السواحل النائية لاغراض الملاحة وغير ذلك . وان سعر الكيلو وات ساعة من هذه المولدات هو سعر معتدل يقل كثيرا عن السعر من البطاريات الكهربائية التقليدية .

أود الا يفوتني عند ذكر المعدات الحرارية الكهربائية ان اشرح باختصار نظام التبريد الحراري الكهربى . فالتبريد الحرارى الكهربى عبارة عن ضخ حرارى يعتمد على الظاهرة العلمية ( معامل بلتييه ) السابقة الذكر ، وهى استخدام الفرق بين مستوى طاقات الالكترونات عند تلامس مادتين مختلفتين لنقل الطاقة الحرارية ، فعندما تدفق الالكترونات عند نقطة تلامس مادتين مختلفتين ( اى مادتين الكتروناهما المتحفزة ذات طاقات مختلفة ) يصحب ذلك تغيير في الطاقة ينتج عنه امتصاص للحرارة او انطلاق لها وذلك تبعاً لاتجاه تدفق الالكترونات ، اى تبعاً لاتجاه التيار الكهربى ) .



شكل ١٤

رسم مبسط لوحدة تبريد حرارية كهربية .

**شكل ( ١٤ )** يبين رسماً مبسطاً لوحدة تبريد حرارية كهربية وهو يتكون من عدد من الأزواج الحرارية ، كل زوج يتكون من مادة مركبة شبيهة بموصلية موجبة ، ومادة مركبة شبيهة بموصلية سالبة متصلين بتوصيلة من النحاس ، وجميعهما متصلة على التوالي ، ويتم تبادل الحرارة عن طريق اسطح ذات مساحات ممتدة مع استعمال التيارات الهوائية ( أو السوائل ) لحمل الحرارة. ان مقدار التبريد الفعال يقل عن مقدار التبريد الناتج من معامل بلتييه بمقدار نصف الحرارة الناشئة من مرور التيار الكهربى فى المقاومة الكهربائية لسيتان الأزواج الحرارية وكذلك بمقدار الحرارة الناشئة من التوصيل الحرارى لهذه السيقان .

**اما الطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل** فهي تساوى الضغط الكهربى الناتج من معامل سيبيك مضروباً فى التيار الكهربى مضافاً إليها الطاقة الحرارية الناتجة من مرور التيار الكهربى فى المقاومة الكهربائية لسيتان الأزواج .

ان درجة حرارة النقط الساخنة فى حالة التبريد الحرارى الكهربى هي غالباً درجة حرارة الجو العادية ، أما درجة حرارة النقط الباردة فقد تصل الى ٥٠ درجة مئوية تحت الصفر .

اما المواد المستخدمة لساقى أى زوج حرارى فأهمها « البيزموث تليريد » ، النوع الموجب لأحد الساقين والنوع السالب للساق الأخرى .

وتحتاج معدات التبريد الكهربى الى منبع كهربى ذى تيار كبير المقدار ( قد يصل الى ٥٠ امبير ) وضغط كهربى صغير المقدار .

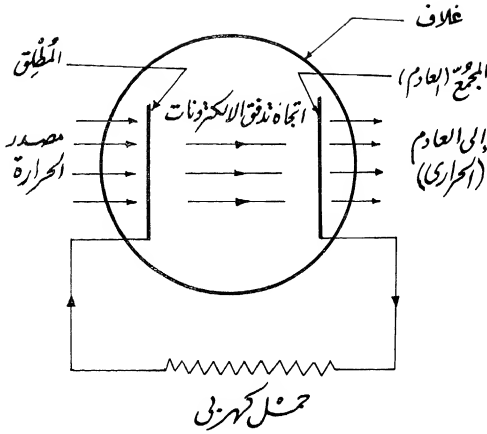
يمتاز التبريد الحرارى الكهربى عن التبريد التقليدى بمزايا متعددة نذكر منها : العمل فى هدوء حيث لا وجود للأجزاء المتحركة - سهولة عكسه من تسخين الى تبريد ، كما أن معداته خفيفة الوزن ويمكن أن تعمل عند درجات الحرارة المرتفعة ( أعلى من مائة درجة مئوية ) ولا داعى عند صنعها لاستخدام الانابيب المحكمة للعلقات الضغط ، كما أن سعة التبريد قد تكون كبيرة وقد تكون صغيرة فهي تناسب جميع الحالات ، وعيبه الوحيد انه يستهلك طاقة كهربية اكبر من الطاقة اللازمة للتبريد بالنظام التقليدى ، فهو اذن اكثر تكلفة .



#### ح - المعدات الكهربائية التى تعمل بالنظام الحرارى الأيونى :

المولدات الحرارية الأيونية هي آلات حرارية وغاز التشغيل (أى الوقود) فيها هو الإلكترونات، حيث تنتقل الطاقة الحرارية الى هذا الفأز الألكترونى عن طريق عملية التنشيط الحرارى ( عند درجات الحرارة العالية ) عند سطح المادة التى تنطلق منها الإلكترونات ، وتنتش الطاقة الكهربائية نتيجة لمرور هذا الغاز فى الحمل الكهربى. يبين شكل ( ١٥ ) المكونات الأساسية للمنتجات الكهربائية التى تعمل بهذا النظام وهى :

**أولاً : مصدر الحرارة العالية :** وهو قطب كهربى ذو درجة حرارة عالية حوالى ( ٢٠٠٠ درجة مئوية ) تنطلق منه الإلكترونات حاملة الحرارة معها ، ويسمى هذا القطب « التطلق » ، وهو عبارة عن معدن التانتيلم أو الموليبدنم أو التنجستون - قد يكون منبع الحرارة الوقود التقليدى أو الوقود النووى أو الشمس .



شكل ١٥

الكومات الأساسية لإنتاج الطاقة الكهربائية بواسطة النظام الحراري الأيوني .

**ثانياً : العادم** وهو قطب ذو درجة حرارة منخفضة ( حوالي ٥٠٠ درجة مئوية ) ويسمى **المجمّع** فهو يجمع الإلكترونات ويمتصها . وهو عادة من معدن الموليبدنم المطعم أو التنجستون المطعم أو النيوبيديم المطعم .

ويتوقف عمل محولات الطاقة التي تعمل بهذا النظام على عمليات التنشيط الحراري والتي أهمها إطلاق الإلكترونات خارج سطح المادة . إن الإلكترونات المتحررة في المواد المعدنية طليقة وفي حالة حركة عشوائية في جميع الاتجاهات ، ويتوقف مقدار هذه الحركة على درجة حرارة المادة ، وتصبح ذرات المادة خالية من بعض إلكتروناتها ، فهي أيونات موجبة التكهرب ، وبالرغم من أن هذا الغاز الإلكتروني طليق وفي حالة حركة داخل المادة إلا أنه لا يستطيع الانطلاق بعيداً خارج المادة - مثله في ذلك كمثل جزيئات الماء وهو يغلي فلا يستطيع الصعود خارج الماء نظراً لوجود الشد السطحي ( عند سطح الماء ) فلكي تصعد جزيئات الماء إلى الخارج يجب زيادة طاقتها ( بتسخينها ) حتى يمكن التغلب على هذا الشد السطحي - كذلك إذا أردنا أن ينطلق الغاز

الالكترونى خارج المادة يجب زيادة طاقته بمقدار يماثل الطاقة الكامنة عند ابخار الماء ، حتى يتغلب على ما سوف نسميه « الشد السطحي الكهربى » . وسببه القوى الكهربائية بين الشحنات المتماثلة التكهرب وغير المتماثلة - فعندما يكون الالكترون خارج سطح المادة بمسافة أكبر من نصف قطر الدرة فان الايونات على سطح المادة تشده اليها( نتيجة لقوى التجاذب الكهربائية بين الشحنات غير المتماثلة ) ومنعه من الانطلاق بعيدا - كما تكون الالكترونات المنطلقة سحابة الكترونية فوق سطح المادة مباشرة تقلل من قوة اندفاع الكترونات اخرى تحاول الانطلاق خارج الماده ، وذلك نظرا لقوة التنافر الكهربى بين السحابة الالكترونية وهذه الالكترونات الاخرى وهى فى طريقها الى الانطلاق ، اى ان هذه السحابة تحاول ان تدفع الالكترونات الى سطح المادة فكانها تنسد الالكترونات ( عند انطلاقها ) الى سطح المادة .

**تنشأ الطاقة الكهربائية فى النظام الحرارى الايونى من الفرق بين طاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المطلق وطاقة الشد السطحي الكهربى لمادة المجمع .** أما الطاقة الحرارية التى يستهلكها مصدر الحرارة العالية فهى تلك الطاقة اللازمة لاطلاق الالكترونات خارج المطلق - كما ان كفاءة التحويل تساوى الطاقة الكهربائية الناتجة مقسوما على تلك الطاقة الحرارية .

بناء على ما تقدم يجب اختيار مادة المجمع بحيث يكون شدها السطحي اقل ما يمكن - أما مادة المطلق فيجب اختيارها بحيث يكون شدها السطحي كبيرا ( بين اربعة الى ستة الكترون فولت ) حتى تزداد الطاقة الكهربائية ، ولكن فى نفس الوقت يجب الا يكون شدها السطحي كبيرا جدا حتى لا يزداد مقدار الحرارة اللازمة وتقل الكفاءة .

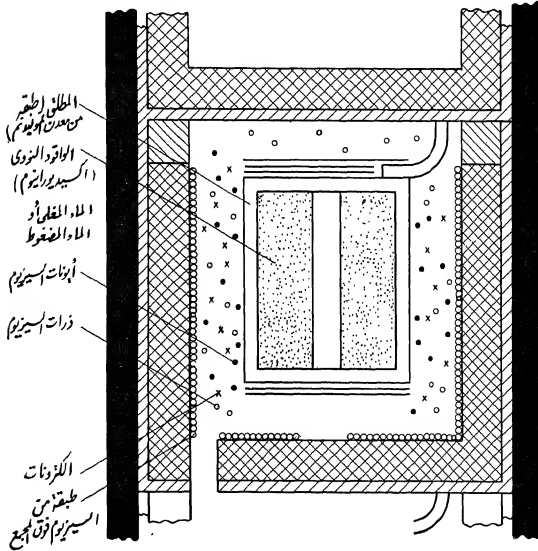
ان معدل انطلاق الالكترونات من سطح المادة يزداد مع ازدياد درجة الحرارة ، ولكن فى نفس الوقت تبخر المادة ويزداد معدل تبخر ذراتها مع ازدياد درجة الحرارة فيقل عمرها سريعا .

وهنا اتجه المهندسون والعلماء الى تطعيم مادة سطح المطلق بذرات مادة اخرى ذات شد سطحي قليل المقدار ، وبهذا يقل الشد السطحي الفعال للمادة الاصلية ، وذلك عن طريق لصق طبقة سمكها ذرة واحدة من المادة القريبة فوق سطح المادة الاصلية . ان أكثر المواد صلاحية للتطعيم هو مادة « السيزيوم » نظرا لأن شدها السطحي الكهربى هو اقل شد سطحي لاي مادة اخرى ويساوى الكترون فولت واحد . ولكن عندما ترتفع درجة حرارة سطح المطلق يتبخر جزء من ذرات ومن ايونات السيزيوم المتصق على السطح وبذلك يوضع قليل من السيزيوم السائل عند ابرد جزء داخل الغلاف الذى يحتوى على المطلق والمجمع فيتبخر جزء من هذا السيزيوم ، وعندما يتبخر سطح المطلق فان بعض ذرات من بخار السيزيوم سوف تلتصق فوق سطح المهبط فتعوض ما فقد بالبخر ، وتبقى كمية ذرات السيزيوم المتصقة فوق سطح المهبط نابتة تقريبا .

يجب أن تكون مادة المطلق النقية ( اى بدون تطعيم ) ذات شد سطحي كهربى كبير المقدار كما ذكرنا سابقا ، كما يجب أن تكون بعد التطعيم قادرة على اطلاق الالكترونات بمعدل كاف ، وكذلك اطلاق ايونات السيزيوم بمعدل كاف ايضا ( حتى تتعادل مع جزء السحابة الالكترونية القريبة من سطح المهبط ) عند درجات الحرارة المعقولة .

وبالرغم من أن كفاءة المعدات الكهربائية التي تعمل بالنظام الحراري الأيوني لا تزيد عن حوالي ٢٠٪ إلا أنه يمكن الجمع بينه وبين نظام التربينات البخارية والحصول على طاقة كهربائية كبيرة بكفاءة أعلى من كفاءة التربينات البخارية التي تعمل بالوقود النووي .

ويعتمد هذا النظام على الاستفادة من طاقة المجمع ( العادم ) الحرارية في انتاج البخار لتشغيل التربينات - وفي أحد هذه الانظمة يغلف الوقود النووي ( وهو عبارة عن قطع اسطوانية صغيرة من اكسيد اليورانيوم ) بمعدن «الموليبدنم» ( أو معدن التنجستون ) المغطى بطبقة من السيزيوم فيمتص الحرارة من الوقود النووي ويعمل كمطلق للالكترونات ( شكل ١٦ ) .



شكل ١٦

نظام المجمع بين محولات الطاقة الحرارية الأيونية والتربينات البخارية .

أما مادة المطلق فتصنع من « النيوبيديم » نظرا لضعف امتصاصه للنيوترونات - ويعبرل المطلق كهربيا بمادة ذات توصيل جيد للحرارة حتى يمكن توصيل الطاقة الحرارية من المجمع ( عند درجة حرارة حوالى ٥٠٠° مئوية ) الى الماء فيتحول الى بخار لتتقبل التربينات البخارية .

وفي أحد التصميمات المقترحة التى نوضح مزايا هذا النظام يمكن زيادة قدرة المحطة النووية ( التى يعمل فيها تربينات بخارية فقط ) من حوالى نصف مليون كيلو وات الى أكثر من أربعة اخماس المليون من الكيلووات ورفع كفاءة التحويل من حوالى ٣٠٪ الى ما يقرب من ٤٥٪ وذلك باستخدام المحولات الحرارية الايوتية التى تنتج قدرة مقدارها ٣٠ وات لكل سنتيمتر مربع من مساحة مادة المطلق بكفاءة تصل الى ٢٣٪ ، وباعتبار أن درجة حرارة كل من الوقود النووى والمطلق هى حوالى ٢٠٠٠ درجة مئوية .

• • •

#### ط - المعدات الضوئية الكهربائية :

من الحقائق العلمية المعروفة أن الالكترونات ذرات المادة يمكنها أن تمتص الطاقة الضوئية الساقطة عليها بشرط أن يكون هناك توافق بين طول موجة الاشعة الضوئية الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة ، وسوف نوضح ذلك بالتشبيه بالبنودول البسيط .

ان البنودول البسيط هو كتلة صغيرة الحجم معلقة في خيط ، فاذا زحزحنا الكتلة عن الوضع الراسى ( وضع الاتزان ) فانها تنأرجح حول هذا الوضع بتردد يتناسب مع الجذر التربيعى للجاذبية الارضية مقسوما على طول الخيط ويسمى هذا بالتردد التلقائى للبنودول فاذا نحن طرقتنا هذه الكتلة بطرقات منتظمة متتالية ينتج عندنا ثلاث حالات :

( الحالة الاولى ) عدد الطرقات فى الثانية يساوى التردد التلقائى للبنودول : فى هذه الحالة يزداد مقدار زحزحة ( تأرجح ) الكتلة عن الوضع الراسى زيادة كبيرة ، ومعنى ذلك أن الطاقة التى تبدل أثناء الطرق يمتصها البنودول مسببة زيادة كبيرة فى مقدار زحزحة الكتلة .

( الحالة الثانية ) عدد الطرقات فى الثانية أكبر بكثير من التردد التلقائى للبنودول : فى هذه الحالة تقف الكتلة ولا تتحرك ، فالطرقات السريعة المتتالية لا تدع امامها فرصة ( وقت كاف ) لكى تستمر فى تأرجحها واهتزازها - وبناء على ذلك فان البنودول لا يمتص من طاقة الطرق شيئا تقريبا .

( الحالة الثالثة ) عدد الطرقات فى الثانية اقل كثيرا من التردد التلقائى للبنودول : فى هذه الحالة تكون الفترة الزمنية بين طرقتين متتاليتين طويلة بحيث يستمر البنودول فى عمله وكان لا وجود ( تقريبا ) لآى طرق خارجى .

سوف نعتبر الالكترون داخل الذرة كأنه بنودول بسيط له تردد تلقائى معين يتوقف على مقدار طاقته داخل الذرة . ان للاشعة الضوئية أطوال موجات معينة ( أى تردد معين ) وذلك تبعاً لنوع الاشعة ( طول الموجة مضروباً فى التردد يساوى سرعة الضوء وهى كمية ثابتة تساوى  $3 \times 10^8$  متراً فى الثانية ) ، فاطوال موجات الاشعة الضوئية المرئية تتراوح بين ٠.٤ ميكرون ( وهو طول موجة الاشعة الحمراء ) وبين ٠.٤ ميكرون ( وهو طول موجة الاشعة البنفسجية ) - فاذا سقطت اشعة ضوئية ذات تردد معين على مادة ما وكان التردد التلقائى للالكترونات هذه

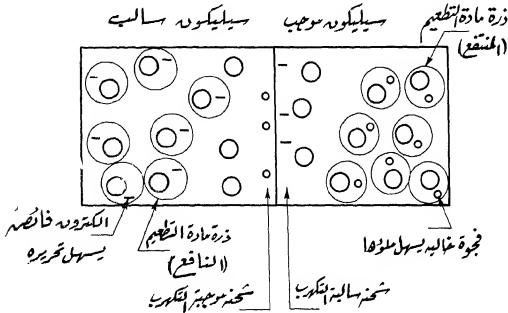


المادة يساوى تردد تلك الأشعة ( أو قريبا منها ) ازداد اهتزاز الالكترونات ، ومعنى ذلك ان الالكترونات امتصت طاقة هذه الأشعة ، أما اذا كان تردد تلك الأشعة بعيدا عن التردد التلقائي لالكترونات المادة فلا تستطيع الالكترونات ان تمتص طاقة الأشعة كما ذكرنا في حالة البندول البسيط ، وهذا هو معنى التوافق بين الأشعة الساقطة وبين الالكترونات داخل المادة - (الميكرون هو وحدة قياس صغيرة ويساوى جزءا من الالف من المليمتر) .

فاذا كانت الطاقة الممتصة تكفى لتحرير الالكترونات من ذراتها انطلقت هذه الأخيرة داخل المادة ( مكونة غاز التشفيل ) وتحول الطاقة ( الممتصة ) الى طاقة كهربية - ان مقدار طاقة الأشعة الضوئية يتناسب تناسباً عكسياً مع طول موجة هذه الأشعة .

اما كيف تتحول طاقة الالكترونات المتحررة ( وهى داخل المادة ) الى طاقة كهربية فسوف أوضح ذلك بطريقة مبسطة كما يلى :

✻ عندما يلتصق نوعان من مادة شبه موصلة ( ولكن سيليكون ) أحدهما سالب والآخر موجب ( شكل ١٧ ) تنتشر بعض الالكترونات المتحررة الفائضة في السيليكون السالب ناحية السيليكون الموجب تماماً كما تنتشر الرائحة العطرية بين ذرات الهواء - كذلك تنتشر بعض الفجوات ناحية السيليكون السالب - فينتج من ذلك الانتشار شحنتان كهربيّتان على جانبي موضع الالتصاق أحدهما سالب وتقع ناحية السيليكون الموجب ، والآخرى موجبة وتقع ناحية السيليكون السالب ، وتكون النتيجة بطارية كهربية ( أو مولد كهربي ) . هذا هو الأساس العريض لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية .



شكل ١٧

كيف تتكون الشحنتان الكهربية على جانبي موضع التماس نوعين من السيليكون .

تمتاز معدات الانتاج الضوئية الكهربائية عن معدات الانتاج الحرارية الكهربائية بأن المادة الفعالة لا ترتفع درجة حرارتها الا قليلا ، ذلك لأن طاقة الاشعة الضوئية يتم امتصاصها ( بواسطة الالكترونات فيزداد اهتزازها أى ترتفع درجة حرارتها ، أى الالكترونات ، نتيجة لهذا الامتصاص ) في فترة زمنية ، تراوح بين جزء من مليون الى جزء من ألف من الثانية ، وهى فترة قصيرة جدا بالنسبة للزمن اللازم لسريان الحرارة ، فلا تستطيع الحرارة ان تنتقل الى الهيكل البلورى ، فتبقى المادة باردة .

**معدات الانتاج الضوئية الكهربائية هى اذن كما قلنا آلات حرارية ولكن غاز التشغيل فيها هو الالكترونات ،** حيث تنتقل الطاقة الى هذا الغاز الالكتروني عن طريق امتصاص الالكترونات للطاقة الضوئية الساقطة فتسخن الالكترونات نتيجة لهذا الامتصاص بدون ان تسخن المادة نفسها . ثم تحوّل طاقة الالكترونات الى طاقة كهربية - اما اذا كان بعض الاشعة الساقطة تتوافق مع المادة ( أى طول موجتها يناسب المادة ) والبعض الآخر غير متوافق ، فان ذلك يتسبب في ارتفاع درجة الحرارة - ان الكترونات المادة سوف لا تمتص هذا البعض الآخر ، وبالتالي سوف لا يتحول الى طاقة كهربية ، وانما يتحول الى طاقة حرارية تنسب في تسخين المادة وارتفاع درجة حرارتها ، فيجب اذن تغطية المادة بغطاء « يمتص جزء الاشعة المفيد ويعكس جزء الاشعة غير المفيد » .

المواد الأكثر كفاءة لتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كهربية هى :

المواد « شبه الموصلة الطعمية » ذلك لأن مقدار الطاقة اللازمة لتحرير الالكترونات من الذرات صغير نسبيا .

وفيما يلي شرح مبسط لأحد البطاريات الضوئية الكهربائية وهى بطاريات السيليكون الشمسية :

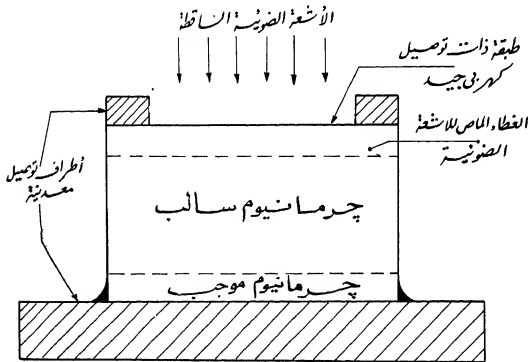
يجدر بنا هنا ان نبين التحليل الطيفى للطاقة الشمسية ، حتى نبين المواد التى يمكن استخدامها فى البطاريات الشمسية . ان أكبر طاقة اشعاعية للشمس هى تلك التى طول موجتها ٥٠٠ م . ميكرون وهو طول موجة الاشعة بين الخضراء والصفراء ، وسط الطيف المرئى - اما الاشعاعات الشمسية التى طول موجتها أكبر من ١٠ م . ميكرون فلا تشتمل الا على نصف الطاقة الشمسية فقط ، بينما يقع ربعها فقط فى الاشعاعات التى طول موجتها أكبر من ميكرون واحد - اما طاقة الاشعة الصادرة من الشمس والتى طول موجتها أطول من ٣ ميكرون فلا تشتمل الا على اثنين فى المائة من الطاقة الكلية لاشعة الشمس . الميكرون هو وحدة قياس صغيرة تساوى جزءا من ألف من المليمتر .

نمتص مادة السيليكون ( وهى مادة شبه موصلة ) الاشعة التى موجتها أقل من ميكرون واحد ، أى تمتص معظم الاشعة الشمسية - هناك بطاريات السيليكون الشمسية ذات الخلايا المستطيلة ( تبلغ مساحة الواحدة منها ١ سم × ٢ سم ) او ذات الخلايا المستديرة ( يبلغ قطر الواحدة منها حوالى ٣ سم ) وهى ذات كفاءة تصل الى ١٥ ٪ وتستخدم بالاقمار الصناعية لتمدها بالتيار الكهربى اللازم لبعض اجهزها الالكترونية ، كما تستخدم فى الأماكن النائية البعيدة عن العمران - كما ان هناك بطاريات « ارسنيد الجاليوم » الشمسية ، والمادة شبه الموصلة فيها مركب من عنصرى الجاليوم والارسينيك وكفاءتها تصل الى ١٣ ٪ - تقدر الطاقة الشمسية الساقطة عموديا بحوالى ١٤٠٠ وات لكل متر مربع وذلك عند الارتفاعات الخاصة بالاقمار الصناعية .

بذل المهندسون قصارى جهدهم لتحسين كفاءة هذه المعدات ، وينحصر هذا الجهد في ناحيتين هامتين - أولاهما طريقة تصميم المعدات بحيث تمتص المادة الفعالة جميع الأشعة الساقطة عليها ولا ترتد منها إلا قليل ، وحتى هذا القليل المرند يستفاد به مرة ثانية عندما يسقط على جزء آخر من المادة الفعالة . أما الناحية الأخرى فهي اختيار المادة شبه الموصلة الفعالة واختيار درجة تطينها ، وكذلك تغطية سطح هذه المادة بقطب لا يعكس الأشعة الساقطة عليه . وكذلك الأقلام من المقاومة الكهربائية لأطراف التوصيل بجعل طبقة أخرى موصلة جيدة للكهرباء تتخلل الغطاء الماص للأشعة ( شكل ١٨ ) .

يمكننا الحصول على معدات إنتاج كهربائية ضوئية أعلى كفاءة وأقل تكلفة من البطاريات الشمسية ، وذلك عن طريق التحكم في نوع الأشعة الضوئية من حيث أطوال موجاتها ومن حيث شدتها - هذه هي المعدات الحرارية الضوئية الكهربائية حيث تتحول الطاقة الحرارية إلى طاقة ضوئية أولاً بواسطة المصابيح الضوئية التي يمكن التحكم في شدتها وفي أطوال موجاتها ثم تتحول الأخيرة إلى طاقة كهربائية .

• • •



شكل ١٨

خلية ضوئية كهربائية .

### ي - تخزين الطاقة :

هناك طرق مختلفة لتخزين الطاقة وفيما يلي أهم هذه الطرق مع مقارنتها ببعضها البعض - وسوف تكون نسبة طاقة الوقود المخزون إلى كتلته هي العامل الرئيسي عند المقارنة - والسبب في ذلك يظهر جليا إذا كانت الطاقة المخزنة سوف تستهلك ( كما هي أو بعد تحويلها ) في المعدات المتحركة مثل السيارات والطائرات ومركبات الفضاء والصواريخ والنواصت وغيرها ، أو سوف تنقل من مكان إلى مكان آخر في الناقلات البحرية أو غيرها من الناقلات . وسوف نوضح ذلك بالتاليين الآتيين وذلك قبل البدء في شرح الطرق المختلفة لتخزين الطاقة ومقارنتها :

إن كمية وقود الجازولين التي يجب خزنها داخل سيارة نقل لتقطع مسافة قدرها ٥٠٠ كيلو متر هي حوالي عشرين جالونا كتلتها حوالي ١٢٥ رطلا وتستهلك حيزا مقداره ٢٠٧ قدما مكعبا وتحتوي على طاقة مقدارها ٩٣٢ حصان / ساعة. إن أقل من ٢٠٪ من هذه الطاقة يستفاد به في سبيل السيارة ( في مقاومة احتكاك العجلات وفي مقاومة الهواء ) ، أما الجزء الأكبر وهو ٧٥٪ فيضيع سدى كحرارة في العادم وفي البرد (الرادياتير) وفي زيت التزيت وفي الآلة نفسها ، أي أن كفاءة الاستفادة أقل من ٢٠٪ ومن ههنا تبين أهمية رفع هذه الكفاءة بالنسبة لتخزين الطاقة .

أما المثل الثاني فهو لمركبة فضاء (صاروخية) - فإذا أهملنا بحق قوة الجاذبية ، وإذا كانت طاقة رفع المركبة ناتجة من التفاعل الكيميائي نجد أن نسبة الطاقة الناتجة من هذا التفاعل إلى كفاءة المواد المتفاعلة تساوي نسبة طاقة حركة المركبة إلى كتلتها - ومن هذا المثال يتبين لنا أهمية نسبة طاقة الوقود إلى كتلته .

### وفيما يلي توضيح للطرق المختلفة لتخزين الطاقة ونسبة الطاقة إلى الكتلة في كل منها :

١ - الطاقة المخزونة في الرباط النووي ( بالوقود النووي ) : ونسبة هذه الطاقة إلى كتلتها ١٢ مليون كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

٢ - الطاقة المخزونة في الرباط بين الذرات : تنشأ هذه الطاقة من تجاذب الإلكترونات الذرية وهي تسير في مدارها مع نواة الذرة المجاورة والتي تطلق من عقالها أثناء تعديل الإلكترونات المدارية عند التفاعلات الكيميائية بين الذرات .

تساوي هذه الطاقة ضعف شحنة الإلكترونات تساوي ٢ × ١.٦ × ١٠<sup>-١٩</sup> جول = ٠.٩ × ١٠<sup>-١٩</sup> كيلو وات ساعة - فإذا اعتبرنا أن متوسط الوزن الذري هو عشرة فإن نسبة الطاقة إلى الكتلة =  $\frac{٠.٩ \times ١٠^{-١٩}}{٢ \times ١٠ \times ١.٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٢٧٨$  كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

الجول ( وات - ثانية ) هو إحدى وحدات الطاقة ويساوي عشرة ملايين ارج ( دابن - سم ) - وكتلة ذرة الإيدروجين تساوي ١.٦ × ١٠<sup>-٢٧</sup> كيلو جرام .

والمقارنة نذكر أن نسبة الطاقة إلى الكتلة في حالة وقود الجازولين هي ١٢ كيلو وات ساعة .

٣ - **الطاقة المخزونة في الذرات المؤينة :** وهي اكبر من الطاقة الحرارية عند التفاعلات الكيميائية بنسبة الضغط الكهربى اللازم للتأين ( وهو ٢٠ فولت مثلا ) الى الضغط الكهربى اللازم لفك الرباط بين الذرات ( وهو ٢ فولت مثلا ) .

#### ٤ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في البطاريات الكهربائية الثانوية :**

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة هي جزء من مائة فقط عند المقارنة بوقود الجازولين ، إلا أن للبطاريات الكهربائية خصائص ممتازة أهمها سهولة تشغيلها وامكان شحنها مرات عديدة تجعلها مرغوبة في تطبيقات كثيرة .

#### ٥ - **الطاقة الكيميائية المخزونة في بطاريات الوقود :**

نسبة الطاقة الى الكتلة هنا أعلى بكثير ( عشرة الى مائة مرة ) من النسبة في حالة البطاريات التقليدية .

#### ٦ - **الطاقة المخزونة في المجال الكهربى :**

تخزن هذه الطاقة في المادة العازلة داخل مكثف كهربى . ومن السواد العازلة التى تبشر بنتائج طيبة هي شرائح من الزجاج فهو يتحمل اجهادا كهربيا « ك » مقداره عشرة ملايين فولت لكل ملليمتر ، فإذا علمنا أن نسبة الطاقة الكهربى الى الكتلة المكثف مسطح  $= \frac{E}{\frac{K}{\gamma}}$  حيث  $\gamma$  هي كثافة المادة العازلة ،  $E$  هي معامل السعة النوعى للمادة العازلة - نجد أن نسبة الطاقة الكهربائية المخزونة في المادة الى كتلتها تساوى ٤ر. كيلو وات ساعة لكل كيلو جرام .

#### ٧ - **الطاقة الحركية المخزونة في المعدات العنثوارة ( الحداثة مثلا ) :**

تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة ٥٥٥.ر. كيلو وات ساعة لكل جكم أى حوالى جزء من مائتين عند المقارنة بالجازولين - لقد أمكن استعمال حداثة تزن ثلاثة آلاف رطل وتدور بسرعة ثلاثة آلاف دورة في الدقيقة لتشغيل سسيارة ركاب تزن ١٥ طنا وهى محملة بخمسة وثلاثين راكبا جلوسا ، وخمسة وثلاثين آخرين وقفا - وعند المحطات تكون الحداثة قد استهلكت جزءا من طاقتها في ادارة السيارة وانخفضت سرعتها . تعاد سرعتها الاولى عن طريق المحرك الكهربى المتصل بها والذي يمكن توصيله بمصدر الكهرباء بالمحطة .

٨ - **طاقة الغاز المضغوط :** تبلغ نسبة الطاقة الى الكتلة في هذه الحالة جزءا من مائة فقط من النسبة في حالة الجازولين .

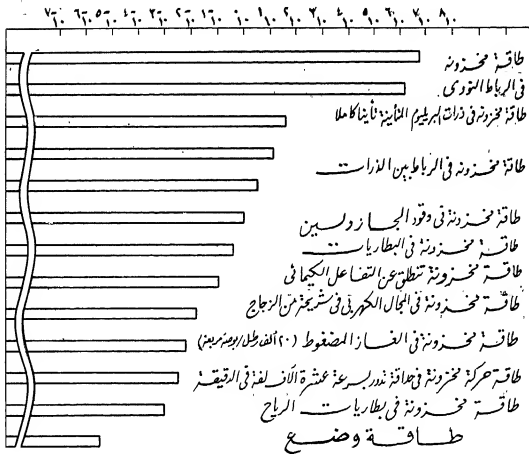
#### ٩ - **طاقة الوضع أو ( طاقة الجاذبية الأرضية ) :**

بالرغم من أن نسبة الطاقة الى الكتلة هنا هي جزء من مليون من النسبة في حالة وقود الجازولين إلا أن هذا النظام يعتبر من الناحية العملية وفي حالات معينة من أفيد النظم وأكثرها تطبيقا ، ومن أمثلة نظام المحطات الكهربائية ذات الخزانات المزودة بالمضخات - حيث يستخدم

فائض الطاقة الكهربائية أثناء الليل ( وخاصة في المناطق الصناعية ) في ادارة المضخات لرفع الماء الى خزانات عالية - وفي خلال النهار يستفاد من طاقة هذه برك المياه تدفق من الخزانات فتعمل المضخات كتوربينات تدار بدفع الماء ، وتدير الاخير بدورها معدات كهربية لانتاج الكهرباء كما ذكرنا سابقا .

ويبين شكل ( ١٩ ) نسبة الطاقة الى الكتلة في الطرق المختلفة لتخزين الطاقة منخدين النسبة الخاصة بوقود الجازولين كوحدة .

• • •



شكل ١٩

الطرق المختلفة لتخزين الطاقة مبينا نسبة الطاقة الى الكتلة في كل منها متخدين هذه النسبة لوقود الجازولين كوحدة .

### د - نقل الطاقة وتوزيعها :

غالباً ما تكون مصادر الطاقة ، سواء كانت فحماً أم زمناً أم غازاً طبيعياً أم مساقط مياه أم طاقة رياح أم غير ذلك ، في مواقع بعيدة عن أماكن استغلالها حيث تقام المحطات الكهربائية عند هذه المصادر حتى تقل التكاليف - كما تقام محطات توليد الطاقة الكهربائية سواء التي تعمل بالوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) أو بالوقود النووي في أماكن بعيدة أيضاً ( في حالات كثيرة ) عن أماكن استغلالها ، حيث يجب أن تكون بعيدة عن المدن حتى لا تتسبب في تلوث هواء وماء سكانها ، كما يجب أن تكون في أماكن قريبة من مصادر المياه حتى يسهل تبريد معداتها . لكل ذلك كان لا بد من نقل الطاقة الكهربائية إلى أماكن استغلالها .

هناك أنظمة متعددة لذلك النقل أهمها نظام النقل الكهربى لنظافته وسهولة صيانتها وتوزيعه ، ونظام التحويل إلى « إندروجين سائل » ونقل الأخير أما عن طريق الناقلات البحرية خارج البلاد أو في خطوط الأنابيب داخل البلاد .

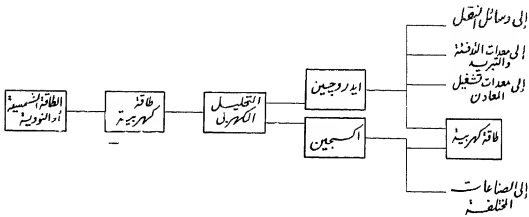
تناسب الطاقة الكهربائية المنقولة مع حاصل ضرب التيار الكهربى في الضغط الكهربى المستخدم - كما تناسب الطاقة الكهربائية المفقودة أثناء النقل مع مربع التيار الكهربى - فيجب إذن نقل الطاقة الكهربائية بتيار كهربى صغير المصدر نسبياً وبضغط كهربى عال جداً حتى تقل الطاقة الكهربائية المفقودة وترتفع كفاءة النقل - تمثل حالياً الطاقة الكهربائية على خطوط الضغط الكهربى الفائت المنخفض والذي يصل إلى ثلاثة أرباع المليون فولت ، والمقدر له أن يصل إلى مليون فولت في أواخر السبعينات حتى يمكن نقل أكبر قدرة كهربية ممكنة ، وكذلك على خطوط الضغط الفائت المستمر والذي يبلغ حوالى مليون فولت وسوف يصل إلى مليونين من الفولتات ( بـ مليون فولت ) في أواخر السبعينات وحتى يمكن أيضاً زيادة القدرة المنقولة .

كما أن الاتجاهات الحديثة هي رفع الضغط الكهربى لشبكات التوزيع وكذلك استخدام الكوابل الأرضية - وجميع المؤشرات تؤكد وجوب تعميم هذه الكوابل للتوزيع - هناك كوابل أرضية في بعض المدن الكبيرة تعمل على ضغط كهربى حوالى ثلث مليون فولت ( تيار متغير ) - كما أن هناك بحوثاً مستمرة لرفع ذلك الضغط حتى نصف مليون فولت في الكوابل التي من نوع الأنابيب - كما حدث تقدم كبير في الكوابل التي تحمل التيار المستمر ، فقد وصل الضغط الكهربى في بعضها إلى نصف مليون فولت وسوف يصل إلى مليوني فولت في أواخر السبعينات - هناك بحوث مستمرة في تحسين وتطوير المواد العازلة وفي طرق التبريد وفي دراسة طرق جديدة للنقل الكهربى في أنابيب - كما أن هناك بحوثاً في الكوابل ذات الغاز المضغوط كالمزك ، والكوابل المملأة بالصوديوم كموصل والكوابل فائقة التوصيل الكهربى وغير ذلك .

أما في المسافات الطويلة فالطاقة الكهربائية ليست الأفضل لارتفاع تكاليف نقلها ولعدم إمكان تخزينها بكفاءة توارى خزن الوقود نفسه ، ونوع الطاقة الأفضل في هذه الحالة هو « الإندروجين » فهو إيسر أنواع الوقود نقلًا وخزانًا وأكثرها اقتصاداً - والفكرة الأساسية في اقتصاديات الإندروجين هي « إقامة المحطات النووية » أو « المحطات الشمسية » أو « المحطات التقليدية »

عند المناطق الساحلية وإنتاج الطاقة الكهربيه منها ، تم استخدام التيار الكهربى المستمر فى « التحليل الكهربى » لتعذيب مياه البحر المالحة تم إنتاج الإيدروجين ونقله بالسفن خارج البلاد للتصدير أو نقله داخل الإقليم للاستفادة بدقوقود - يبين شكل ( ٢٠ ) نظام الحصول على الإيدروجين موضعا تطبيقاه المختلفه ، كما يبين الشكل أيضا الأكسجين الناتج من التحليل الكهربى .

• • •



شكل ٢٠

نظام الحصول على الإيدروجين من الطاقة النووية أو الطاقة الشمسية .

#### ل - الطاقة الشمسية بالبحار والمحيطات :

يحتاج جمع الطاقة الشمسية الساقطة على سطح الأرض الى مساحات كبيرة من المعدات والمواد مما يجعل هذه الطاقة باهظة التكاليف . لذلك اتجه المهندسون والعلماء نحو الحصول على الطاقة الشمسية التى تمتصها مياه البحار والمحيطات وخاصة الاستوائية منها بواسطة ما يسمى ( محطات البحار الشمسية ) ، ذلك لأن المحيط ( أو البحر ) هو معدات التجميع نفسها ، ثم تحويل هذه الطاقة الحرارية الى طاقة كهربيه سواء بالنظم الحديثة أو بالنظم التقليدية ، وبإى ذلك تحويل الأخيرة الى طاقة كيميائية بواسطة التحليل الكهربى حيث يتم نقلها وتوزيعها .

لقد تمكن المهندسون والعلماء من التغلب على كثير من العقبات حتى أمكن الحصول على الطاقة الكهربيه من هذا المصدر الحرارى بتكاليف معتدلة ، وأهم هذه العقبات ما يأتى :

العتبة الأولى هى ضالة الآلة الحرارية ( فهي ٣٪ فقط ) حيث أن أقصى فرق بين درجة حرارة الماء الدافئ قرب السطح والماء البارد فى العمق ( بين ٥٠ الى ١٠٠ متر ) هو ٢٠ مئوية ،



فإذا علمنا أنه ٥٠٠ مئوية ( في المتوسط ) في محطات الوقود العليدية لتبين لنا السبب في أن الكفاءة هنا أقل بكثير من كفاءة الآلة الحرارية عند استخدام الوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) . هذا بالإضافة إلى أن نصف هذا القدر وهو عشر درجات مئوية فقط هو الذي يمكن استغلاله في الآلة الحرارية نفسها ، ويستخدم النصف الباقي في تسخين الحرارة من سطح الماء الدافئ إلى الآلة الحرارية ومن الأخيرة إلى الماء البارد في العمق مما يؤدي إلى انخفاض أكثر في الكفاءة . فالكفاءة هنا تصل إلى ٣ / ٤٠ فقط بينما يبلغ ٤٠ / عند استخدام الوقود التقليدي . ليس الكفاءة بالعامل الأساسي عند المقارنة بين هذا النظام ونظام الوقود التقليدي ، ذلك لأن الوقود هنا ( وهو الطاقة الشمسية ) لا يمن له ، وإنما العامل الأساسي هو في الحقيقة التكاليف الكلية عند الحصول على نفس الطاقة الكهربائية من النظامين . فبالرغم من أن مساحة أنابيب المرجل التي تحمل الماء الدافئ ( منقل حرارتها إلى مائع التشغيل ) أضعافاً مضاعفة ( عشر مرات ) مساحتها عند استخدام الوقود التقليدي ( ذلك لضخامة حجم المياه التي تتدفق في الأنابيب لإمكان الحصول على طاقة كبيرة ) إلا أنها تصنع من جدران رقيقة فتقل التكاليف . والسبب في ذلك أن ضغط غاز التشغيل ( وهو بخار الأمونيا ذي النقل الحراري الجيد ) في النظام السدي نحن بصدده أقل من جزء من عشرين من الضغط في النظام التقليدي ( فضغط بخار مائع التشغيل يزداد بمعدل كبير مع الارتفاع في درجة الحرارة ) وبذلك يمكن استخدام أنابيب رقيقة الجدران فتقل تكاليفها ، كما تساعد على نعل الحرارة من الماء الدافئ إلى الأمونيا بكفاءة أعلى . كما أن تكاليف المرجل هي الأخرى أقل منها في حالة الوقود التقليدي ، ذلك لأن المرجل يوضع عادة عند أعماق معينة تحت الماء حتى يتعامل الضغط الداخلي على جدران المرجل ( والناجم من ضغط غاز الأمونيا ) مع الضغط الخارجي ( الناتج من ضغط مياه المحيط أو البحر ) ويمكن عندئذ تصنيع جدران المرجل من رقائق رقيقة فتقل تكاليفه .

**أما العقبة الثانية** فهي تآكل المعدات المعدنية نتيجة لتواجدها في ماء البحر ( ذي درجة التوصيل الكهربائي العالية ) وذلك عن طريق التحليل الكهربائي . أن أحد مفاتيح التآكل هو ( الجهد الكهروكيميائي ) فإذا كان المعدن ذا جهد كهروكيميائي موجب فإنه يتحلل كيميائياً مطلقاً غاز الإيدروجين . لقد أمكن التغلب على هذه العقبة باستخدام معدن الألومنيوم ، فبالرغم من أنه موجب الجهد الكهروكيميائي إلا أنه سرعان ما يتأكسد ، وتكسوه طبقة من أكسيد الألومنيوم تقيه مياه البحر .

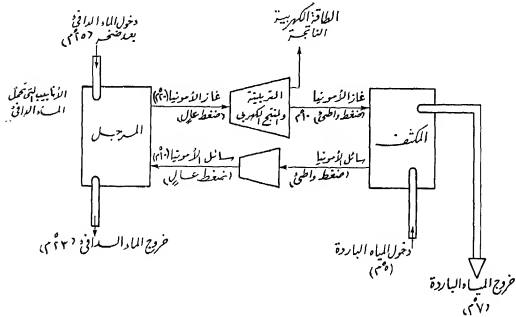
**والصعوبة الثالثة** هي نمو طبقة من الكربونات على جدران أنابيب المرجل فيقل انتقال الحرارة من الماء الدافئ المتدفق داخلها إلى غاز التشغيل خارجها . وقد أمكن التغلب على هذه العقبة أيضاً بإضافة قليل من الكلورين إلى ماء البحر ( بنسبة جزء إلى أربعة ملايين ) يكفي لمنع نمو هذه الكربونات وفي نفس الوقت لا يؤثر على الكائنات الحية داخل البخار والمحيطات .

**بعد التغلب على العقبات السالفة الذكر** أمكن الحصول على وحدات تعمل من الطاقة الحرارية الناتجة من سقوط أشعة الشمس على البحار والمحيطات برأس مال مستمر ( لكل كيلو وات ) أقل كثيراً من النظم التي تعمل بالوقود التقليدي ( الفحم أو الزيت أو الغاز الطبيعي ) أو بالوقود النووي . فهو نصف رأس المال المطلوب في حالة الوقود التقليدي وثلاثة في حالة الوقود النووي . هذا بالإضافة إلى أن الوقود هنا وهو الطاقة الشمسية لا ثمن له .

سوف نوجز فيما يلي وصفا لمحطة بحر شمسية و طرحا لعملها :

يمثل شكل ( ٢١ ) هذه المحطة . يسخن الماء الدافئ في انابيب تمر داخل المرجل الذى يحتوى على مائع التشغيل وهو « الامونيا » فتتغل الحرارة من الانابيب اليه فتتبخر ويتدفق بخار الامونيا الى التربينه ( وهو عند ٥٢٠ مئوية ) فيدير ريشها ، والاخرة تدير المنتج الكهربى ، فيتحول جزء من طاقة بخار الامونيا الى طاقة كهربية - ثم يخرج بخار الامونيا من التربينه بضغط منخفض ودرجة حرارة منخفضة هي ١٠ مئوية ليكنف في المكثف ، ثم يضغط ويضخ فيتدفق سائل الامونيا ( عند ١٠ مئوية ) الى المرجل ، وهكذا تعاد الدورة .

ويمكن رفع الكفاءة الحرارية قليلا باستغلال الطاقة الحرارية بالكثف ، حيث يسخن اليه الماء البارد من البحر عند ٥ مئوية ويخرج منه عند درجة اعلى قليلا هي ٥٧ مئوية - كما هو مبين في الشكل .



شكل ٢١

نظام انتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية بالحيطات أو البحار ( محطة بحر شمسية ) .

### م - الالكترونيات ومجال الطاقة الكهربائية

تلعب الالكترونيات ومعداتها دورا بالغ الأهمية في مجال الطاقة الكهربائية - فمعدات النظم الحديثة للتحويل المباشر للطاقة الى طاقة كهربائية والتي سبق أن ذكرناها هي معدات الكترونية - كما ان الآلات الحاسبة الالكترونية ، والتي تقوم حاليا بعدد من المهام في مجال الطاقة الكهربائية هي الأخرى معدات الكترونية .

هناك معدات الكترونية أخرى من مواد شبه موصلة ( وخاصة السيليكون والجرمانيوم ) تعمل حاليا في مجالات التوليد والتوزيع واستهلاك القوى الكهربائية ، كما تعمل بالأخص في مجال تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى آخر والتحكم فيها بما في ذلك معدات القطع ، وأهم هذه المعدات ( الموحد الثنائي ) و « الثريستور » بأنواعه المختلفة و « الترانزستور ذو القدرة » .

وتمتاز هذه المعدات الالكترونية عن المعدات التقليدية في انها اصغر حجما واخف وزلا وأقل حساسية للصدمة وأكثر تحملا وأقل استهلاكاً وصيانة ، كما انها لا تحدث أى شرارة أو ضوضاء ، وانها أسرع استجابة فلا تحتاج الى وقت للتسخين ، وهذا بالإضافة الى انها أعلى كفاءة وأرخص ثمنًا .

#### تبين الأمثلة الآتية الحاجة الماسة الى تحويل الطاقة الكهربائية من نوع الى نوع آخر :

١ - الحاجة الى تغذية الماكينات التي تعمل بالتيار المستمر وكذلك الحاجة الى شحن البطاريات وكان المصدر الموجود هو تيار متغير .

٢ - الحاجة الى ادارة المحركات التي تعمل بالتيار المتغير وكان المصدر الموجود هو تيار مستمر .

٣ - أهمية نقل الطاقة الكهربائية ذات الضغط العالي وهي في حالة تيار مستمر ، نظرا الى المميزات المتعددة لذلك النقل ، والتي أهمها خفض نفقات خطوط النقل سواء كانت خطوطاً هوائية ام كوابل ارضية او مائية ، وكذلك سهولة ربط الخطوط والشبكات المختلفة وغير ذلك .

وفيملا يلى أهم خصائص المعدات الالكترونية في مجال الطاقة الكهربائية :

١ - الموحد الثنائي : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يتراوح مقداره بين مئات والاف الأمبيرات ، و تيار ذروة يتراوح مقداره بين الاف وعشرات الاف الأمبيرات - في حين أن مقدار ذروه الضغط الكهربى الذى يعمل عنده قد يصل الى عدة آلاف من الفولتات ، كما يصل التردد الذى يعمل عنده الى عشرة آلاف ذبذبة . يقوم الموحد الثنائى في العادة بتوحيد التيار ، أى بتحويل التيار المتغير الى تيار مستمر .

٢ - الثريستور ذو الاتجاه الواحد : وهو يعمل على تيار كهربى متوسط يبلغ مئات الأمبيرات و تيار ذروة يبلغ آلاف الأمبيرات - كما يعمل على ضغط كهربى ذروته تبلغ عدة آلاف من الفولتات كما يبلغ الضغط الكهربى الفاقد فيه فولتا واحداً أو أكثر قليلا - ويقوم الثريستور بتوحيد التيار والتحكم في تدفقه وقطعه ، وهناك الثريستور العاكس الذى يحول التيار المستمر الى تيار متغير التردد .

٣ - الثيرستور الثلاثي ذو الاتجاهين : وهو يعمل على تيار يصل مقدار جذر متوسط مربعه مئات الأمبيرات - كما يبلغ مقدار جذر متوسط مربع الضغط الكهربى مئات الفولتات . تمرر هذه المعدات التيار الكهربى فى اتجاهين ، فهى تؤدي عمل اثنين من الثيرستور ذى الاتجاه الواحد - انها فى الواقع تطوير لها .

٤ - الترانزستور ذو الغدرة وهو يقوم بعمل الثيرستور وخاصة عند الضغط الكهربى المنخفض - هناك ترانزستور يبلغ الفافد فيه مئات من الواتات ويعمل عند تيار كهربى يبلغ المئات من الأمبيرات وضغط كهربى يبلغ المئات من الفولتات .

تعمل المعدات الالكترونية السابقة الذكر فى مجالات متعددة أهمها :

١ - تغذية المحركات ذات السرعات القابلة للتعديل سواء التى تعمل بالتيار المستمر أم بالتيار المتغير .

٢ - الحصول على مصدر طاقة كهربية يعمل باستمرار بدون انقطاع ، وذلك باستخدام وحدة مكونة من بطارية وعديد من الموحدات الثنائية وثيرستور عاكس ، حيث تحول الموحدات الطاقة الكهربائية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر لشحن البطارية ثم تقوم البطارية ومعها الثيرستور العاكس بتحويل طاقة البطارية الكهربائية الى تيار متغير أثناء انقطاع التيار العمومى ولا تستغرق فى ذلك الا فترة زمنية قصيرة لا يشعر بها المستهلك .

٣ - تغذية قطارات السكك الحديدية الكهربائية حيث تعمل المحركات بالتيار المستمر وتقوم الموحدات الثنائية بتحويل الطاقة الكهربائية ذات التيار المتغير الى تيار مستمر .

٤ - تعمل الثيرستور بدلا من القواطع الكهروميكانيكية التى تحتاج الى صيانة مستمرة لنقط التماس والاجزاء المتحركة بالإضافة الى بطلها وكبر حجمها والضوضاء التى تحدثها .

٥ - تعمل الثيرستور ذات الضغط الكهربى العالى فى نظم الطاقة الكهربائية التى تشتمل فيها الطاقة الكهربائية بالتيار المستمر ذى الضغط الكهربى العالى لما لهذا النقل من مزايا سبق ان ذكرناها .

وهناك بحوث مستمرة تهدف الى تطوير وتحسين اداء المعدات الالكترونية التى تعمل فى مجال الطاقة الكهربائية كما تهدف الى زيادة سعتها ورفع كفاءتها .

هذا وتعمل المعدات الالكترونية فى القياس والوقاية والتشغيل والتحكم وغيرها فى مجال الطاقة الكهربائية .

### الراجع

1. G. D. Friedlander, "Energy : Crisis and Challenge, ,, IEEE Spectrum, p. 18, May, 1973.
2. ,, Steam Gas Turbines, ,, Energy, International May, 1968.
3. T. R. Brogan, MHD Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 58, February, 1964.
4. M. Petrick, "Liquid-Metal Magnetohydrodynamics, ,, IEEE Spectrum p. 137, March, 1965.
5. K. V. Kordes, "Low Temperature Fuel Cells", Proc. of the IEEE, p. 806, May, 1963.
6. E. W. Justi, ,, Fuel Cell Research in Europe, ,, Proc. of the IEEE, p. 784, May, 1963.
7. C. G. Peattie, ,, Hydrocarbon-air Fuel Cell Systems, ,, IEEE Spectrum, p. 69, June, 1966.
8. H. A. Liebhafsky, ,, Fuel Cells and Fuel Batteries, an Engineering Review, ,, IEEE Spectrum, p. 48, December, 1966.
9. R. W. Fritts, "The Development of Thermoelectric Power Generators," Proc. of the IEEE, p. 713, May, 1963.
10. R. L. Eichhorn, ,, A Review of Thermoelectric Generation, ,, Proc. of the IEEE, p. 721, May, 1963.
11. V. C. Wilson, ,, Thermionic Power Generation, ,, IEEE Spectrum, p. 75, May, 1964.
12. J. J. Loferski, ,, Recent Research on Photovoltaic Solar Energy Converters, ,, Proc. of the IEEE, p. 667, May, 1963.
13. Wedlock, ,, Thermo-Photo-Voltaic Energy Conversion, ,, Proc. of the IEEE, p. 694, May, 1963.
14. L. J. Giacoletto, ,, Energy Storage and Conversion, ,, IEEE Spectrum, p. 95, February, 1965.
15. ,, Pumped Storage in Japan, ,, Energy, International, June 1968.
16. A. Kusko, Production of Power System Development, ,, IEEE Spectrum, p. 2030, April, 1968.
17. A. Kusko, ,, A Prediction of Power System Development, 1968 to 2030 " IEEE Spectrum, p. 75, April, 1968.

18. L.E.H., R.C.H., A.E.R., P.H.W., H.J.S., J.A.S., I.F.M., E.M.S., „Insulated Sodium Conductors — A Future Trend, „ IEEE Spectrum, p. 73, November, 1966.
19. V. I. Popkov, „ EHV Transmission Lines in the Soviet Union,“ IEEE Spectrum, p. 18, February, 1969.
20. F. Flex, „ Growth of Energy Consumption throughout the world “, IEEE, Spectrum, p. 81, July, 1964.
21. R. R. Bennett, „ Planning for Power — A Look at Tomorrow's Station Sizes, „ IEEE Spectrum, p. 67, September, 1968.
22. Towards 2000 MW Sets, Energy, International, March 1968.
23. A. Lavi, C. Zener, „ Energy from Sun and Sea : Plumbing the Ocean Depths : A New Source of Power, „ IEEE Spectrum, p. 22, October, 1973.
24. H. F. Storm, „ Solid State Power Electronics in the U.S.A., IEEE, Spectrum, p. 49, October, 1969.
25. Staff of Motorola Semiconductor Products Division, „ High Power Solid-State Devices, „ IEEE Spectrum, p. 93, January, 1964.
26. F. W. Gutzwiller, „ Thyristors and Rectifier Diodes — The Semi-conductor Workhorses, „ IEEE Spectrum, p. 192, August, 1967.

\* \* \*

أحمد أبو زيد

## الطاقة والحضارة

من أكثر الحقائق وضوحاً فيما يتعلق بالمجتمع البشرى والحضارة الإنسانية عموماً ، تعدد أشكال المجتمعات والثقافات أو الحضارات، وتنوع أشكال وصور النشاط البشرى منذ ظهور الإنسان المبكر حتى الآن . وهي أشكال وصور نشأت أصلاً نتيجة لمحاولة الإنسان الدائمة للتغلب على البيئة الطبيعية التي تحيط به ، وعلى الأقل محاولة التلاؤم معها . وربما كانت هذه المحاولات الطويلة المستمرة هي التي أعطت الإنسان « إنسانيته » وميزته تمييزاً شديداً عن بقية الكائنات الأخرى . وهذا لا يعني على الإطلاق أن تلك الكائنات لا تبذل أية جهود للتلاؤم مع البيئة التي تعيش فيها ، في الواقع أن ثمة صراعات دائماً ينشعب بين الكائنات الحية والبيئة الطبيعية ، ولكنه يختلف في الدرجة من نوع لآخر ، ولكن ربما كان الفارق الأساسي هو أن هذه الكائنات الأخرى تقوم بتلك الجهود بطريقة تلقائية تدفع إليها نفس تكوينها البيولوجي وذلك بعكس الإنسان الذي يقوم بتلك المحاولات نتيجة لمبادئ عقلية تقوم على أساس إدراك المستقبل . وهذا معناه أن الجهود والمحاولات التي تصدر عنه هي في حقيقة الأمر جهود ومحاولات مقصودة ،

ومتعمدة بل ومرسومة ومدروسة . وناريخ التطور الانساني القريب نسبيا والذي يفدر بحوالى سبعين مليون سنة ويحدد بداية مايسمه علماء الانثروبولوجيا الفيزيكية بالدور الحيوانى أو الطور الشينوروى Cenozoic Era من الزمن الجيولوجي وهو عصر الثدييات - تؤكد ذلك . فقد كانت هذه الكائنات تحمل معها ، ليس فقط امكانيات تطوير وتعديل هياكلها ، بل وايضا التلاؤم والتكيف مع البيئة ،وبذلك امكنتها الانتقال الى مراحل متقدمة واكثر تطورا حتى ظهر الانسان الحديث او الانسان العاقل Homo sapiens بكل امكانياته وقدراته الحالية . فالتطور ليس عملية بسيطة ، وان كان يمكن القول ان العامل المسيطر في تلك العملية هو ما يسميه داروين بالانتخاب الطبيعي Natural Selection والانتخاب الطبيعي ليس شيئا واحدا بسيط بل هو على العكس من ذلك تماما « نتيجة أصلح موامعة بين مكونات البيئة المحيطة باحدى السلالات الحيوانية من ناحية ، وكل خصائص التكوين الجسمي لتلك الحيوانات ذاتها من الناحية الاخرى » . وهى على اية حال عملية تدريجية تتم ببطء شديد نظرا لانها تتألف من عدد كبير جدا من الخطوات الدقيقة المترابطة، وان كان يبدو ان هناك بعض الفترات الطويلة التي لا تتخللها اية خطوات أخرى قصيرة (١) .

والذى يهمننا هنا ليس هو مجرد تطور التكوين التشريحي لهذه الكائنات الحية ، انما الذى يهمننا هو في المكان الاول تطور ثقافة الانسان وحضارته، وبالذات حضارة الانسان « الحديث » وأسلوب حياته وحاجاته الحيوية ، وطريقة اشباع هذه الحاجات والجهود التي بذلها في سبيل ذلك . اى اننا نأخذ ثقافة الانسان او حضارته بالمعنى الانثروبولوجي لهذه الكلمة والذي يشمل كل المخترعات والعادات والتقاليد التي اوجدتها الانسانية منذ القدم ، على اعتبار ان الثقافة او الحضارة بهذا المعنى - هى كل ما يساعد « الانسان » على تحقيق انسانيته . فلولا الثقافة او الحضارة لكنا على ما يقول **وليام هاولز** مجرد نوع آخر من انواع الحيوان ، اى نوع من القردة العليا ، تعيش كبقية الانواع في جماعات صغيرة لها كل خصائص المجتمعات ، ولكنها مجتمعات بدون ثقافة . فكل زمر أو مجتمعات الشمبانزى تتصرف بأسلوب واحد ، سواء في طريقة الأكل او النوم فوق الشجر او التجول ، بل وفي علاقاتها الاجتماعية الصاخبة . وهذه كلها امور مميزة للشمبانزى، حددتها لها طبيعتها وقدراتها العامة . اما حالة الانسان فتختلف عن ذلك . فكل مجتمع بشرى له رصيد اضافي من السلوك يغطى ويخفى تلك الخصائص الاولى ويعمل منها . وهذا الرصيد الاضافي هو ما نسميه بالثقافة . وزيادة على ذلك فان هذه الطبقة العلوية لا تتشابه ابدا في أى مجتمعين متمايزين لانها ليست فطرية ، كما انها لا تصبح ابدا اجزاء من التكوين نفسه ، اى انها ليست في ذاتها خاصية بيولوجية . صحيح انها ( تورث ) - وهذه نقطة هامة - ولكن كما تورث الاملاك لا كما تورث العيون الزرق . فالثقافة اذن هى كل

( ١ ) انظر في ذلك ترجمتنا العربية لكتاب **وليام هاولز** عن « **ماوراء التاريخ** » دار نهضة مصر ، القاهرة ١٩٦٥ صفحة

٢٠ وما بعدها . والكتاب في الاصل الانجليزي كان بعنوان Howells, William ; Back of History



تلك الأشياء التي لا تورث بيولوجيا . (٢) ويقول آخر بسيط فان التعاقب او الحضارة هي كل ما يتقبله الانسان كطريقة للعمل والتفكير ، وكل ما يتعلمه ويعلمه لغيره من الناس ، فالعليم والتعلم هما وسيلة انتقال الثقافة او الحضارة والطريقة التي تتغير بها وتتطور . وهذه خاصية مميزة للانسان الذي ينفرد عن غيره من الحيوانات بالتالي بالقدرة على اختراع الحضارة وخلقها وتطويرها ، بحيث تتخذ اشكالا وصورا متفاوتة تتلاءم مع الاوضاع التي تعيش فيها المجتمعات المختلفة ، ومع رغبة الناس في التلاؤم والتواءم مع هذه الاوضاع وتسخيرها لصالحهم (٣) .

وواضح من هذا كله ان الانسان انما يفهم بمناشطة المختلفة وهو مدرك تماما لما يفعل : ويحاول في هذه المناشط ان يسد حاجاته ومطالبه المتنوعة ، سواء في ذلك الحاجات والمطالب الفسيولوجية كالطعام والشراب - وهى مطالب أساسية ، او الحاجات والمطالب الادلية كالملبس والحاجة الى الدفء ، او اخيرا الحاجات والمطالب « ذات المستوى الرفيع » كالقراءة والاستماع الى الموسيقى والقيام بالرحلات ومالى ذلك . ومع انه لا يوجد حد اقصى لحاجات الانسان ومطالبه فثمة مطالب أساسية تعتبرهى الحد الأدنى لاحتياجاته . وتختلف طبيعة ومضار وصور واشكال هذه الحاجات باختلاف البيئة الثقافية ، بل وايضا البيئة الفيزيائية :

(٢) المرجع السابق ، صفحات ٥٨ - ٥٩ . والمعروف ان العالم الانثروبولوجى البريطانى ادوارد بيرنت تايلور E.B. Tylor يستخدم الثقافة Culture ومعناها الانثروبولوجى الواسع ، هي ذلك الكل المركب الذى يشمل المعرفة والمعتقد والفن والاخلاق والقانون والعرف وكل المقدرات والعادات الاخرى التي يكتسبها الانسان من حيث هو عضو في مجتمع :- انظر في ذلك : Tylor, Primitive Culture, 1871 (Fifth Edition 1913) Vol. I, P.1.

راجع ايضا كتابنا عن « تايلور » في مجموعة نوابع الفكر العربى ، دار المعارف القاهرة ١٩٥٨ ، وكتابنا عن « لبناء الاجتماعى : الجزء الاول ، المفاهيم » ، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر ، القاهرة والاسكندرية ، الطبعة الثالثة ، ١٩٧٠ ، صفحة ١٨٨ .

(٣) قد يمكن ان نستشدد هنا - مرة اخرى - بمثال على درجة كبيرة من البساطة ولكن له مدلوله في هذا الصدد - من كتاب وليام هاورل الذى سبقت الاشارة اليه . يقول هاورل « ان عصا الحفر التي من نوع معين مثلا والتي تستخدم في اقتلاع الخفريات البرية من الارض بقصد اكلها هي ثقافة ، كذلك الحال بالنسبة لارتداء جلود الحيوانات طليا للدفء .. وقد نجد عند القردة العليا ما يجعلنا نذهب الى انها تملك مثل هذه الاشياء او تستخدمها . فهي تستخدم العصا مثلا في الحال ، وهى في الغلص ، اذا نحن زودناها بالمعنى واعطيناها شيئا مثيرا لكي تستخدم العصا من اجله .. والشيمبانزى يستطيع استخدامها بطرق خاصة به ، بل انه قد يبتكرها بنفسه . والواقع انه كثيرا ما نتسرع مستعمرات الشمبانزى السجينة نزوات عارمة تستخدم فيها العصا لاقتلاع الاذن والشر بغيرها . ولكن هذا يحدث في الحديقة بطرق المسافة والعرض ، اى انه لا يخلق عمدا ولا يختلف بهدلايوث ، بل ولا يمكن فهمه كاستاس رتيب منتظم في حياة الشمبانزى .. اما الانسان فانه يستعمل هذه الاشياء ، ليس كعادة فحسب ، بل وايضا كافكار . فعصا الحفر ليست مجرد عصا قد يصادها حوله ، وانما هي عصا ( للحفر ) تستخدم في اقتلاع ( الخفريات ) من الارض . صحيح انه قد يرحب باستخدامها احيانا في تاديب زوجته ، ولكنه حين يفعل ذلك يدرك انه يضربها ( بعصا الحفر ) . وزيادة على ذلك فان الشيء المهم ليس هو العصا ذاتها بقدر ما هو نمط العصا ، وهو نمط للسلوك . فازمنة الاجتماعية هي التي تملكها ، وقد تعرف شخصا معينا يستخدم عصا الحفر للحصول على الخفريات كما تعرف الفيل انواعها . وهذا النمط المعروف الذى ينتج عنه عصا الحفر هو العنصر الثقافى للعلى ... وللانسان القدرة على حفظ هذه الافكار وتغييرها والاصافة اليها . وعلى ذلك فليس من الاسف ان نقول ان الفارق بين قهر يكتنهم واحد الكهوف الذى يعرف سكانه اشغال النار اى جانب المدخل اقل - بشكل ما - من الفارق بين ذلك الكهف وكهف آخر لا يستطيع سكانه اشغال النار » - نقلا عن ترجمتنا للكتاب ، صفحات ٦٠ - ٦١ .

وكذلك باختلاف الطبقة والعمر والجنس بل وحجم الجسم ومقدار النشاط وغير ذلك . والواقع انه كلما كانت هذه الحاجات والمطالب (ناوية) زاد التنوع ؛ وان كان هذا لا يمسع من تنوع المطالب الأولية ذاتها . فالمجتمع الذى يعيش افراده في درجة حرارة يصل معدلها السنوى الى ٢٥ درجة مئوية مثلاً يحتاج الفرد فيه الى عدد من السرعات الحرارية اقل بحوالى ٧/ مما يحتاج اليه الفرد الذى يعيش في مجتمع لا ترتفع درجة الحرارة فيه الى اكثر من ١٠ درجات مئوية ، وذلك على افتراض تماثل المجتمعين في حجم السكان والتركييب العمري ومتوسط حجم جسم الافراد وما الى ذلك (٤) .

وليس ثمة شك في ان الانسان يحاول ان يتسبغ حاجاته المتنوعة باساليب متنوعة ايضا ويعناصر مختلفة . . . الخبز واللحم واللبن والقطن والصوف والوقود والورق والحديد والكهرباء والفاز وما اليها . واحدى وسائل تحقيق التوازن بين هذه العناصر المتنوعة المتغيرة هى الرجوع الى **قيمة الطاقة** التى يحتويها كل عنصر . والوحدة التى يقاس بها ذلك « الكالورى » وهذا يعنى ان الحياة تعتمد على انسياب الطاقة وتدفعها . . . فالانسان يحتاج الى الطاقة ، ولكنه هو نفسه ينتج الطاقة . ومعظم ما يأخذه الانسان من طاقة يفقده في شكل حرارة يستخدم بعضها في عمليات كيميائية ، وبعضها (حوالى ٦٠ ٪) يبذلها الجسم في شكل فضلات ونفايات ، ولكن البعض الآخر يتمثل على شكل النشاط العصبى والآلى . ومن المؤكد ان الانسان يستطيع استخدام طاقته الخاصة في التحكم في اشكال الطاقة الاخرى وتسخيرها لصالحه ، وهذا يؤدى بدوره الى السيطرة على البيئة الفيزيائية التى تحيط به والى تحقيق اهداف اعلى واسمى من مجرد الاهداف التى تتعلق بوجوده المادى او الحيوانى (٥) .

والواقع ان الطاقة تصبح في متناول الانسان حين يكشف عن مصادرها وينجح في التحكم فيها والتغلب على مشكلة تحويلها من شكل لآخر ؛ في الوقت المناسب والمكان الملائم وبطريقة اقتصادية او تكاليف معقولة . ولكي يتحقق ذلك لا بد له من ان يعتمد على مختلف انواع محولات الطاقة . واقترب مثل لهذه المحولات الى الذهن هو القاطرة البخارية التى تقوم بتحويل الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية . وكل عملية من عمليات التحويل تتضمن بالضرورة استهلاكاً وفاقداً في الطاقة . فالناجى من عملية التحويل ، اى مقدار الطاقة التى تحصل عليها في الصورة او الشكل المناسب تكون دائماً اقل من الطاقة الداخلة او التى استخدمت في عملية التحويل ذاتها . كذلك تعتبر النباتات والحيوانات التى تغذى الانسان على لحمها محولات للطاقة . فمن طريق التمثيل الضوئى يقوم النبات بتحويل ضوء الشمس والماء وغارناى اكبسيد الكربون والمعادن الى مواد عضوية تشتمل - ولكن بنسب مختلفة - على المكونات الثلاثة الرئيسية في الطعام ، وهى الكربوهيدرات والبروتين والدهون . وبالاختصار فان النباتات هى بالضرورة محولات تقوم بتحويل ضوء الشمس الى احدى صور واشكال الطاقة الكيميائية . اما الحيوانات التى يعيش الانسان على لحمها فانها تعتبر هى ايضا محولات للطاقة ، من حيث انها تقوم بتحويل احدى اشكال الطاقة الكيميائية الى شكل آخر يناسب الانسان ويكون مفيداً له . فهي تتمثل النباتات التى لا يستطيع الانسان ان

(٤) Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population ; Pelican, London 1967, p. 33.

Ibid, p. 35.

(٥)

يأكلها أو يهضمها ويحولها إلى بروتينات ، ودهون يمكن أن يمتثلها بدوره . ونظرا لأن البروتينات الحيوانية أعلى في القيمة الغذائية من الكربوهيدرات فإن الإنسان يجد من الملائم له أحيانا أن يستخدم الحيوانات كمحولات بأن يطعمها حتى بالنباتات التي يستطيع أن يعيش عليها ويتغذى عليها بسهولة . ومع ذلك فإن الحيوانات وبمعظم النباتات لا تعتبر - من الناحية التكنولوجية البحتة - محولات على درجة عالية من الكفاءة ؛ نظرا لأن جانبها كبيرا جدا من الطاقة الداخلة نستنفذ في عملية حفظ حياة تلك الحيوانات ، أو النباتات ذاتها والإبقاء عليها . بل إن الفاقد في الحيوانات يكون أكبر بكثير منه في النباتات . ذلك أن الإنسان حين يتناول النباتات كجزء من طعامه فإنه يحتفظ بجزء معين فقط من الطاقة الكامنة فيها ، ولكنه حين يأكل البروتين الحيواني فإنه لا يحصل الا على جزء من الطاقة التي كانت تحتويها النباتات التي أكلتها الحيوانات ، وبذلك فإنه لا يحصل الا على جزء من جزء من الطاقة التي كانت في النبات . وهذا هو السبب الرئيسي في أن المجتمعات الفقيرة تعتمد على الكربوهيدرات النباتية بدلا من أن تعتمد على البروتينات الحيوانية . كفاءة الحيوانات التي يعيش الإنسان على لحمها في أداء دورها كمحولات تقوم بتحويل أحد أشكال الطاقة الكيميائية ( العشب أو العلف ) إلى شكل آخر للطاقة ( اللحم ) يمكن تقديرها بأنها ١٠ ٪ تقريبا .. (١) .

وحين ظهر الإنسان العاقل على هذه الأرض كانت النباتات والحيوانات التي تقوم بدور المحولات موجودة بالفعل من قبل . والواقع أن الإنسان العاقل ظل خلال الجزء الأكبر من حياته وتاريخه لا يفعل شيئا سوى تعقب الحيوانات وتربعها ، أو جمع النباتات والثمار والدرنات . وكانت كل معرفته تنحصر في أي الحيوانات والنباتات يصلح كطعام ، وإيها لا يصلح . وكل هذا معناه أن الإنسان كان يتفق وقته وجهده وطاقته في البحث عن الطعام ، معتمد في ذلك على الحظ وعلى قدرته على قتل الحيوانات ، أو حتى قتل غيره من بنى البشر ، وأنه كان مهذبا طيلة الوقت بالمجاعات مما كان يدفعه في كثير من الأحيان إلى قتل أولاده والتغذي بلحمهم . والواقع أن استخدام الطاقة في القنص والجمع كان وسيلة لتوفير القوت للإنسان خلال ما يزيد على ٩٩ ٪ من تاريخ الإنسانية . ولم يبدأ الإنسان في استنفار طاقته في الزراعة الا خلال العشرة آلاف سنة الأخيرة فقط أو نحو ذلك ، مما ترتب عليه من زيادة في الإنتاج بالنسبة للوحدة . وقد أدى ذلك إلى تحول معظم الجماعات التي كانت تعيش على القنص إلى الزراعة والفلاحة ، وإن كانت هناك جماعات كثيرة لا يزال تعيش على الصيد والجمع ، أو تجمع بين الاثنين كما هو الحال في كثير من الشعوب الأفريقية ، وعند جماعات الاسكيو في آلاسكا وكندا وجرينلند .

والسؤال الذي يتبادر إلى الذهن إزاء هذا التنوع في أساليب العيش والنشاط الاقتصادي وما يرتبط بهذا كله من تنظيم اجتماعي هو : ما هي خصائص أنماط تسياب الطاقة Flow of Energy في هذه الجماعات المختلفة ، سواء تلك التي تعيش على الجمع والالتقاط أو الصيد والقتل أو الزراعة ، أو الصناعة ؟ وكيف يمكن توجيه واستغلال الطاقة المتاحة في أوجه النشاط المختلفة حتى يمكن لئل هذه الجماعات أن تعيش وتستمر في الوجود ؟



## (١)

في عامي ١٩٦٧ ، ١٩٦٨ قام **وليام كمب** William B. Kemp بدراسة مركزية لبعض جماعات الاسكيو المنعزلة في المنطقة القطبية الكندية الشرقية اهتم فيها بوجه خاص بدراسة الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية في قرينتين تمثلان درجتين مختلفتين من التقدم والتحضّر ، بحيث تعكس احدى القرينتين اسلوب الحياة التقليدية القديمة التي ظلت سائدة قرونا طويلة بين الاسكيو ، بينما تمثل القرية الثانية نمط الحياة الحديثة التي تعتمد على اساليب تكنولوجية اكثر تقدما في عمله صيد اسماك الصيد الكبيرة التي يعتمد عليها الاسكيو في معاشهم وفي كثير من نواحي حياتهم اليومية الاخرى . ومع ان كمب اراد من دراسته ان يحيط بكل نواحي النشاط البشري والتنظيمات الاجتماعية وانماط الثقافة عند الاسكيو ، فانه اتجه اتجاهه **يعتبر جيدا الى حد ما** ، او على الاقل بطورا لبعض الآراء النظرية السابقة في الفكر الاجتماعي والانثروبولوجي ، واعنى بذلك دراسته درجة انسياب الطاقة وتوجيهها في المجتمع ( قرى الاسكيو في هذه الحالة ) ، وذلك عن طريق قياس الطاقة المدولة والعائد على العائلات هناك اثناء نشاطها اليومي، ومدى تأثر هاتين الناحيتين، ( اي الجهد البشري المبذول في الصيد والعائد المادي ) بالتجديدات التي طرأت على اساليب الصيد وتحول الاقتصاد التقليدي الى اقتصاد نقدي . ولقد كان من اول واهم ما لاحظته كمب هو انه في مثل ذلك الجو البارد القارس فان استمرار حياة الانسان تتوقف على مطلبين اساسيين هما : الحصول على قدر مناسب من السعرات الحرارية وذلك في شكل الطعام الذي يأكله ، والثاني هو محاولة توفير الجو والمناخ اللائذين وذلك في ثلث المسكن والملبس . والسبيلة الوحيدة لتحقيق المطلب الاول هي صيد اسماك الصيد والتغذي عليها وان كان الناس من القرية الحديثة يستكملون طعامهم عن طريق شراء الطعام المستورد ، كما انهم يستخدمون في الصيد وفي قنص بعض الحيوانات البارود والاسلحة التي كانوا يشترونها عن طريق النقود التي يحصلون عليها من بيع الفراء والجلود ( منتجات الصيد ) والاحجار المنحوتة والعاج المنقوش ( اي منتجات الكفاءة والمهارة الفنية ) كما ان قدرا من هذه النقود كانوا يصرفونه في شراء الوقود اللازم لقوارب الصيد الحديثة . وباختصار فان استمرار حياة الفرد والمجتمع كان يتطلب بذل الطاقة في تتبع الصيد وصناعة الاشياء والسلع الفنية . ومن هذا كله فان الرجل العادي يحصل على ٣٠٠٠ وحدة حرارية ( سعرات ) يوميا ، وهو قدر يكفي لاستمرار النشاط المطلوب على المستوى اللازم ، او على بعض الشيء من المستوى اللازم ... وبواصل كمب دراسته الطويلة - وهي في عمومها دراسة في الايكولوجيا الثقافية - لبيان الفرق بين القرينتين في طريقة بناء الاكواخ والمساكن ، سواء في ذلك المساكن التقليدية المغطاة بالجلود والفراوات المحشوة بالاعشاب والشجيرات والتي يصل سمكها الى حوالي عشر بوصات ، او المساكن الحديثة المصنوعة من الخشب المجهز آليا والتي تزودهم بها السلطات الحكومية هناك . وتضاءل المساكن من الداخل عن طريق استخدام دهن الحيوانات والاسماك وشحومها . ويلاحظ كمب مثلا ان الشحم والدهون والزيتون التي يحصل عليها الاسكيو من احدى اسماك الصيد التي يبلغ وزنها مائة رطل في منتصف الشتاء يصل الى حوالي ٦٤٠ اوقية وهي كمية تكفي لتدفئة المسكن المتوسط لمدة ستين ساعة بصفة مستمرة وبدرجة حرارة تفصل الى حوالي ٦٨ درجة فهرنهايت وبمعدل حوالي ٥٦ درجة . والدراسة في عمومها تسير على هذا النوال الذي يحرص فيه

الكاتب على ان يبين ان الحياة في هذا المجتمع انما يمكن فهمها ونفسرها في ضوء عامل واحد هو الطاقة : الطاقة التي يستمدّها الإنسان من الطبيعة ، والطاقة التي يبذلها في أداء العمل والانتاج الذي يستمد منه الطاقة اللازمة وهكذا . ودورة الطاقة او انسياب الطاقة هو اذن العنصر الاساسي لفهم تركيب المجتمع والنظام الاجتماعي وبخاصة النظام الاقتصادي (٧) . بل الأكثر من ذلك هو ان نفس التركيب الجسمي يكشف عن مدى القدرة على اختزان الطاقة التي سوف يبذلها الجسم فيما بعد في العمل الشاق المضني الذي يتطلبه الصيد . فالاسكيمو كغيرهم من سكان المناطق الباردة يميلون الى السمنة كما تميل اطرافهم الى القصر والاكنتاز . وهذا معناه قلة سطح الجلد الذي يفقد الحرارة وكثرة كمية الدهن الذي يحتفظ بتلك الحرارة .. والحرارة طاقة في آخر الامر .

والشيء نفسه يمكن ان يصدق - ولكن بطريقة أخرى مختلفة - على الشعوب الأخرى التي تعيش على جمع الطعام ، وتتفق في سبيل ذلك قدراتها من الطاقة ، بتناسب مع طبيعة العمل الذي يقومون به . وربما كان خير مثال لذلك - وهو مثال يناقض الاسكيمو تماما - هو جماعات البوشمن في جنوب أفريقيا الذين يواجهون مشكلة كبرى في تتبع القنبيصة للضياء عليها بالقوس الصغيرة والسهم المسمومة . وقد تكون الإصابة غير قاتلة تماما ، ولذا يرفض الحيوان الجريح هاربا بسرعة تفوق بالطبع سرعة الإنسان ، فبتتبع الصياد أثره . وقد يفتضيه ذلك بضعة أيام يقطع مسافة طويلة متحملا كثيرا من المشقة والتعب . « وحتى نتبين أهمية المهارة البشرية الخاصة بقوة الانسبري Springbuck - حتى ولو لم يكن جريحا - الى ان يقتله ، وذلك بأن يتبعه بحيث لا يترك له أية فرصة للراحة ، وبخاصة في الجوالحار - الى ان تؤدي الرمال الساخنة الى انفصال حوافره فيعجز تماما عن الحركة » (٨) .

الا ان كل هذه الطاقة البشرية التي يبذلها الإنسان في الصيد وتتبع القنبيصة لتستكمل عن طريق وسائل أخرى وأدوات متنوعة مثل الفخاخ والزبي والمهاوي والشباك والحرا ، سواء كان ذلك في صيد السمك او الحيوان . ونعتبر هذه الوسائل عاملا مساعدا للطاقة التي يبذلها الإنسان في عمله ، بحيث توفر عليه بعض تلك الطاقة ، كما انه قد يستعين بطاقة الحيوانات الأخرى كالكلاب في القنص ... بيد ان حرارة الجو وظروف البيئة الفيزيائية تملئ عليهم ان يقيموا مساكنهم بطريقة مخالفة لتلك التي نجدها عند الاسكيمو . فهم يقيمون في اكواخ صغيرة مؤقتة تقام من فروع الاشجار التي تثبت في الأرض ثم تغطي بالحشائش او بالحصى المجدول من النباتات العشبية او الجلود . وبينما يستطيع الاسكيمو تخزين الطعام لمدة طويلة في الجليد فان حرارة الجو تمنع من ذلك عند البوشمن ، ولا تسمح بالاحتفاظ بالطعام لأكثر من يوم او نحو ذلك ، ولذا فانهم يرون ان « أفضل موضع يوضع الطعام فيه هو المعدة » ، وهذا في حد ذاته يزودهم بالطاقة اللازمة لأعمال الصيد . فهم يتجولون في جماعات او زمر صغيرة العدد ، او حتى في عائلات ، بحثا عن الصيد . بل ان هجرة

(٧) راجع في ذلك مقالا كتبه كتب نفسه بعنوان :

The Flow of Energy in a Hunting Society, Scientific American Vol. 224, No. 3, Sept. 1971, pp. 105-113.

(٨) راجع ترجمتنا العربية لكتاب هاولو « ماورا والتاريخ » المرجع السابق ذكره صفحة ١٦٨ . انظر ايضا :-

Forde, C. Daryll, Habitat, Economy and Society : A Geographical Introduction to Ethnology, Methuen, London 1952, pp. 24-32.

الحيوان الموسمية تضطربهم الى تغيير مواطن اقامتهم . ومعظم تفكيرهم يدور حول مشكلة الطعام الذى يمدهم بالطاقة . ونظرا لفقر البيئة التى يعيشون فيها فانهم يضطرون الى ان يتناولوا صنوفا من الطعام قد تعافه الشعوب الاخرى ، وبذلك فانهم لا يفاضلون بين مختلف انواع الطعام ، وانما يكادون يأكلون كل ما يستطيعون هضمه من طياء واسود وضباع وفيران ولعابين وسحالي وعقارب وضفادع وحشرات وديدان وكل انواع الثمار والدرنيات . بل انهم لا يكادون يجعلون بحاله الطعام ، ولذا فانهم يأكلون اللحم المتعفن وبيض النعام القديم الفاسد ، وهذا فضلا عن انهم يأكلون بشرائه ونهم حين يوجد الطعام ، ثم يقتنعون بوجبة ضئيلة جدا حين يعز الطعام . ويبدو ان تلك الشراهة او ذلك النهم فى الاكل هو من خصائص ومميزات كل الشعوب والجماعات التى تعيش على الصيد والقتص نظرا للظروف التى يعيشونها (٩) . وعلى العموم فان حياتهم تعطينا صورة طبية عما كانت عليه الاوضاع فى العصر الحجرى الوسيط .

هذان المثالان من جماعات الجمع والصيد والعنص « البدائية » التى يعبرها الكثير من علماء الاجتماع والانثروبولوجيا ممثلة لاجتماعات وثقافات العصر الحجرى الوسيط يمكن ان نستخلص منها بعض المبادئ المتعلقة بسر الحضارة وتطورها ، واعتماد ذلك التطور على الطاقة التى يستمدتها الانسان من الطبيعة ويخترنها ، لكى يبذلها من جديد فى العمل وفى الانتاج الحضارى ، بالمعنى الواسع للكلمة .

فالانسان فى هذه المرحلة من مراحل التطور الحضارى او الثقافى يضطر الى الرحلة والانتقال صير مساحات شاسعة من الارض بحشا عن الطعام . وهذا فى حد ذاته مقياس ودليل كاف لقدرة الإنسان على حل المشكلات التى تواجهه وحياته اليومية ، وبخاصة مشكلة توفير الطعام والقوت وبالتالي توفير الطاقة ، او على الاصح ما يعرف باسم **طاقة الوضع** Potential Energy التى يمكنه استخدامها فيما بعد . ويتحكم فى هذه الهجرات والانتقالات والتحركات بظروف من الاوضاع الجغرافية السائدة مثل البرودة والحرارة الشديدة المتطرفة واتساع المناطق التى يغطيها الجليد او الماء والجبال او الصحارى الرملية القاسية ، ولكن الاهم من ذلك كله هو خضوع هذه التحركات لعامل قلة الطعام وندرته الماء فى بعض الاحيان كما هو الحال فى الصحارى بالذات ، وما يستلزمه ذلك من ضرورة الدفاع عن الاراضى التى يقيم فيها تلك الجماعات ، او تتحرك وتنفل بين ربوعها باعتبارها كلها مواطن لها ، وهى مناطق تختلف من موسم لآخر تبعا لوفرة الحيوانات والاسماك التى يسطادونها او الدرنات والثمار التى يجمعونها . وتكشف هذه التحركات والهجرات عن قدرة الانسان الفائلة - حتى فى تلك المرحلة المبكرة او الدنيا من مراحل التطور البشرى والحضارى - على ان يكيف نفسه ويعدل من سلوكه واستجاباته بما يتلاءم مع الظروف والايضاح التى تحيط به ، مستخدما فى ذلك ذكاء وخبراته السابقة وخبرات غيره من الناس : وهى امور ينفرد بها الانسان عن الرئيسات غير البشرية Non-Human Primates التى تتصرف فى

(٩) مما يذكره وليام هاولز ( المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٦٣ ) عن نهم البوشمن ان الكثيرين من الناس قد شاهدوا « شخصين اثنين من البوشمن يأتیان على شاة كاملة او على كتيبات مماثلة من لحوم الحيوانات المتوحشة فى نصف يوم ... ونحن اقول هنا ( شاة كاملة ) فالتى لا آمنى الاجزاء التى نفضلها نحن فحسب ، وانما امنى ايضا الامعاء وما اليها ... ولا مرأ فى ان هذا عمل قد وليس مجرد شيء يمكن لآى انسان ان يقوم به بغير تدريب وترويض طويلين ، وهو افل ما يمكن ان يوصف به » .

العادة بطريقة تلقائية واستجابة للفرصة . صحيح ان بعض الكائنات تشبه البشرية قادرة على الاستفادة من الخبرة السابقة ، ويتمثل ذلك في أبسط مظاهره في استخدام بعض تلك الكائنات ( للادوات البسيطة ) مثل فروع الأشجار في الحنراو الحجارة في الطرق والكسر والغذف . ولكن الإنسان المبكر او الإنسان الاول يتفوق عليها كله في قدرته على صقل وتهذيب تلك « الادوات » بل وتنوعها مما يعنى انه حتى في أكثر مراحل التطور تبكيرا كان الإنسان يدرك تماما الفكرة والهدف من صنع تلك الادوات واستخدامها ، وأنه كان يصنع تلك الادوات عن وعى وادراك من أجل تغيير البيئة الطبيعية او التغلب عليها واخضاعها لصالحه واشباع حاجاته ومطالبه . ومن هذه الناحية وعلى هذا الاساس نجد كثيرا من العلماء يرفضون استخدام كلمة « ادوات » الا للأشياء المادية التى تستخدم عمدا وعن قصد ووعى وادراك لتغيير البيئة الفيزيائية ، وهم بذلك يرون ان صنع « الادوات » واستخدامها - بهذا المعنى - خاصة ينمى بها البشر وبعض اشباه البشر عن الرئيسات غير البشرية . ويستخدم الرئيسات العليا ( الادوات ) بنفس الطريقة التى تستخدم بها أجسامها . هى تستعين باطرافها او حتى بجسمها كله في الدفع والضرب والطرق والقطع والجذب وما الى ذلك ، وليست « الادوات » في هذا كله سوى امتداد للجسم ذاته ولو انها تساعد تلك الرئيسات على ان يكون سلوكها وافعالها أكثر فعالية نظرا لأن هذه « الادوات » تصنع من مواد أكثر قوة واحتمالا وصلابة من عضلات الجسم (١٠) .

وليس من شك في أن الإنسان الذى يعتبر ارقى الرئيسات وأكثرها ذكاء وقدرته على التكيف قد استخدم خلال كل مراحل تاريخه انواعا عديدة من الآلات والادوات المتفاوتة في البساطة والتعقيد ، وبخاصة في الاعمال التى تتطلب معدلات لبذل الطاقة اكبر مما يستطيع ان يحصل عليه من جسمه هو وحده . ومن هذه الناحية فان الآلات تساعد الإنسان في « خفض المعدل اللازم لبذل الطاقة الى منسوب يقع في حدود مقدرة الجسم البشرى » . ولكن رغم كل هذه الآلات التى ابتكرها الإنسان خلال الآلاف الطويلة من السنين فقد ظل « مقيدا بمورد جسمه للطاقة » ، شأنه في ذلك شأن كل الكائنات الحيوانية الأخرى (١١) . وواضح ان الإنسان يبذل الطاقة ويؤدي ( الشغل ) لكن يعد للمستقبل ، وهو في هذا كله يصدر عما يتميز به من التبصر البشرى الذى لا تنوفر لغيره من الكائنات .

( ١٠ ) ليس من شك في ان هذا كله لم يكن ليتحقق لولا ما تتمتع به هذه الرئيسات العليا من قدرة على الاستيعاب او ادراك ما يحتمل وقوعه في المستقبل . فهذا الاستيعاب هو الذى يساعد البشر واشباه البشر على ان يقوموا بافعالهم من وعى وادراك بما في ذلك صنع الأشياء التى يستخدمونها في تحقيق اغراضهم واهدافهم . ومن المؤكد أن الرئيسات غير البشرية لا تستخدم الادوات في صنع ادوات أخرى ، وانما هذه خاصية مميزة للرئيسات العليا فقط من البشر واشباه البشر ، وهذه الادوات تساعد في آخر الامر على توفير الطاقة البذولة لتحقيق الهدف المنشود بدرجة عالية من الكفاءة . انظر في ذلك : -

Watson, R.A., and Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969, pp. 68-72.

( ١١ ) انظر كتاب : آسيمون ( ايزال ) : « الحياوة والطاقة » ترجمة الدكتور سيد رمضان هداره - دار المعرفة - القاهرة ١٩٦٨ صفحة ١٢ .

ومن الأمور المهمة في هذا الصدد ليس فقط البحث عن الغرض الذي من أجله يبذل الإنسان الطاقة ، بل وإيضاح البحث عن الكيفية التي يفعل بها ذلك . إذ ليس من شك في أن هناك معدلا له نهاية قصوى محددة وثابتة يستطيع بها المرء أن يقوم بالشغل . ومع أن الإنسان قد تكون لديه طاقة كاملة لأداء عمل معين إذا ما أعطى الوقت الكافي لذلك ، فقد لا تتوافر لديه القدرة الكافية لذلك الغرض . والمقصود بالقدرة هنا « المعدل الذي تبذل به الطاقة » . فكل كائن حي قدرة معينة ثابتة يمكن بلدها ، وحيث لا يستطيع الكائن الحي استخدام طاقته بطريقة معينة وبأعلى كفاءة فإنه يستطيع أن يستعين بالأشياء الخارجية كالادوات (١٢) . كذلك يستطيع الإنسان من حيث هو أكثر ذكاء من بقية الكائنات الحية تنظيم مجهوده بوعي وإدراك لأحداث المستقبل أكثر من الفصائل الأخرى ؛ فهو يبذل الجيوب ويرعاها ويبذل في ذلك كثيرا من الجهد خلال شهور طويلة على الرغم من عدم وجود عائد فوري على الإطلاق . ولكنه يدرك طيلة الوقت أن ذلك الجهد سوف يضمن له في آخر الأمر موردا للغذاء خلال أوقات الشدة .

**والنتيجة التي نود الوصول إليها من هذا كله هي أن الانساق الحضارية أو الثقافية - شأنها في ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية - تبذل في محاولتها أداء وظائفها والمحافظة على كيانها وممارسة أنشطتها المختلفة قدرا من الطاقة التي تحصل عليها من نفس البيئات التي تقوم فيها تلك الحضارات .** وسوف نحاول في الأجزاء التالية من هذه الدراسة أن نختبر هذا الحكم وندلل على مدى صحته عن طريق الإشارة إلى عدد من المجتمعات والثقافات التي تمثل مراحل مختلفة من التطور الحضاري .



## ( ٢ )

يرجع معظم الفضل في تشبيه المجتمع الإنساني بالكائن العضوي الحي إلى علماء الاجتماع والانثروبولوجيا التطوريين في القرن التاسع عشر ، ولو أن هذا التشبيه ، أو ما يعرف على الأصح باسم المماثلة البيولوجية Biological Analogy انتقل إلى عدد قليل من العلماء من أتباع المدرسة الوظيفية في أوائل القرن العشرين . ثم ظهرت النزعة نفسها بعد ذلك بشكل قوى وأصح عند أصحاب النزعة التطورية الحديثة من العلماء المعاصرين الذين أضافوا أبعادا جديدة إلى التطورية الكلاسيكية التي كانت تسود في القرن الماضي (١٣) ، وأحد تلك الأبعاد يتمثل في تصورههم للانساق الثقافية والحضارات الإنسانية على أنها عمليات ديناميكية لها القدرة على الامتداد والتشعب والانتشار والنمو ككيا وكقيا على السواء ، شأنها في ذلك شأن الكائنات العضوية البيولوجية . فمن **الناحية الكمية** فإن الحضارات تمتد وتنتشر عن طريق « التكاثر » أو « التناسل » - أن صحت هذه التسمية ، بمعنى أن الجماعات الإنسانية تزاد في الحجم وتنقسم وتتفرع طيلة الوقت بحيث يظهر عنها مجتمعات جديدة لها ثقافات وحضارات جديدة ، يتفرع عنها بدورها ثقافات

( ١٢ ) المرجع السابق ، صفحة ٩ .

( ١٣ ) انظر مقالنا من « التطورية الاجتماعية » مجلة عالم الفكر ، المجلد الثالث ، العدد الرابع ، صفحات ١٠٤٢ -



وحضارات أخرى فرعية لا تلبث ان تنمو وتتطور لتتفرع من جديد وهكذا . وهذا التفرع في الحضارات والانسان العافية التي تتخذ صوراً واسكالاً متنوعة يعنى في نظر هؤلاء العلماء الامتداد والانتشار والنمو الكيفي للحضارة وهو يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمقدار الطاقة التي تخضعها كل حضارة من تلك الحضارات وتتحكم فيها او يبدلها في مختلف نواحي النشاط الاجتماعي والاقتصادي . ذلك ان درجة التنظيم في أي نسق مادي يتناسب تناسباً طردياً مع مقدار أو كمية الطاقة إلى يستخدمها ذلك النسق . فكلما زاد نصيب الفرد في السنة من الطاقة إلى يتحكم فيها النسق الاجتماعي الثقافي زاد حجم ذلك النسق من ناحية ، ووصل إلى مستوى أعلى في سلم التطور أو التقدم الذي يتمثل في تحقيق أكثر من التفاوت أو التفاضل البنائي من ناحية أخرى . ومؤدي هذا كله أنه يمكن في رأي هؤلاء العلماء النظر إلى الثقافة أو الحضارة على أنها نسق حراري ديناميكي Thermodynamic يمكن تحليله إلى ثلاثة عناصر رئيسية هي : الطاقة والآلات والانتاج . فالحضارة أو العافية هي عمل آلي لاشباع حاجات الانسان ، ولكي يتحقق ذلك فلا بد من التحكم في الطاقة وتنظيمها . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب توافر أجهزة واساليب ووسائل تكنولوجية هي التي نطلق عليها اسم « أدوات » أو « آلات » ونستخدمها في التحكم في الطاقة وتحريكها وبذلك من أجل « انتاج » السلع والخدمات التي تشبع حاجات الانسان المختلفة . وعلى ذلك فإن صيد السمك - على ما يقول الأستاذ **ليزلي وايت** Leslie White - وصنع الفخار وقص الشعر ، وتقب الاذنين لتعليق الاقراط ، وبرد الاسنان من أجل التجميل ، ونسج الملابس وما إلى ذلك من العمليات الثقافية الكثيرة هي امثلة للتحكم في « الطاقة » وبذلك من طريق الوسائل والاساليب الآلية من أجل اشباع حاجات ومتطلبات بشرية معينة . ومن هنا فإنه يمكن النظر إلى العملية الثقافية أو الحضارية على أنها قدرة محركة Motive Power ووسيلة للتعبير واشباع للحاجات والمطالب (١٤) .

وحين يتكلم العلماء عن الطاقة فإنهم يقصدون « القدرة على اداء الشغل » . فالشغل والطاقة كلمتان أو مصطلحان يكادان يكونان مترادفين ، أو على الاصح يمكن تعريف كل منهما بالإشارة إلى الآخر . فحين نحرك قطعة من الحجر مثلاً من مكان لآخر ، أو نعيد تشكيلها عن طريق الشطف أو الكسر فإننا نبذل طاقة وتؤدي عملاً ، ونقوم بالشغل ( انظر في ذلك التمهيد الخاص بهذا العدد ) . كذلك يمكن التمييز في الكلام عن الطاقة بين المظهرين الكمي والكيفي أو الصوري . فمن الناحية الكمية يمكن قياس الطاقة باستخدام وحدات محددة ومعيارية مثل الارج والسرعات ( الكالوري ) والوحدات الحرارية البريطانية British Thermal Units وغير ذلك . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين مقادير الطاقة المختلفة . اما من الناحية الكيفية فإن الطاقة تنعكس وتظهر في عدد كبير جداً من الاشكال والصور . . (١٥) فهناك الطاقة الذرية والطاقة

( ١٤ ) يذهب **ليزلي وايت** في كتابه عن « تطور الثقافة The Evolution of Culture » إلى انه يمكن التعبير عن ذلك كله في صيغة رياضية بسيطة هي  $E \times T \rightarrow$  وفي هذه الصيغة تشير E إلى الطاقة Energy و T إلى الاساليب التكنولوجية Technological Means و P إلى المنتجات او Product وبذلك يمكن ترجمة هذه الصيغة على النحو التالي : الطاقة  $\times$  الاساليب التكنولوجية  $\rightarrow$  الناتج او السلع المنتجة التي تخدم حاجات ومتطلبات الناس . انظر في ذلك :

White, L.A. ; Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959, p. 40.

Loc. Cit.

النجمية والطاقة الخلوية . وبالمثل يمكن القول بوجود الطاقة الثقافية أو الحضارية . ومن وجهة نظر الانساق الثقافية فإن الانساع الشمسي والنباتات والحيوانات والرياح والمياه المتحركة وكل أنواع الوقود والجزيئات والذرات هي صور للطاقة لها دلالتها وأهميتها من حيث انها تدخل في **الانساق الثقافية والحضارية** . والمعروف انه لا يمكن خلق الطاقة من لا شيء ، كما انه لا يمكن القضاء عليها أو افناءها أو ابادنها وازالتها ، وكل ما يمكن عمله هو تحويلها . وعلى ذلك فانه يمكن القول ان الانساق الثقافية تعمل عن طريق التحكم في الطاقة بشكل أو بآخر ، وتحويلها الى انتاج سلع وخدمات تشبع حاجات الانسان المختلفة . وتختلف الانساق الثقافية وتتنوع من حيث هي وسائل للتحكم في الطاقة ، وقد يكون بعضها اكثر فعالية من البعض الآخر في هذا الصدد . فند يستطيع احد الانساق التحكم في وحدات معينة من الطاقة بالنسبة للفرد في السنة ، بينما يتحكم نسق آخر في عدد اكبر أو اصغر من تلك الوحدات وهكذا . وتنحصر أهمية ذلك في العلاقة بين مقدار أو كمية الطاقة التي يمكن التحكم فيها من ناحية ، وعدد الاشخاص الذين أمكن اشباع رغباتهم بهذه الوسيلة من ناحية أخرى . وعلى هذا الاساس يمكن المقارنة بين الثقافات بالرجوع الى كمية الطاقة التي يمكن التحكم فيها واستخدامها بالنسبة للفرد في السنة ، أو قد يمكن عقد المقارنات بالرجوع الى « القدرة » - أي معدل أداء العمل - ثم تصنيف الثقافات في حدود والفاظ « قوة حصان » بالنسبة للفرد .

وبطبيعة الحال فان مصدر الطاقة التي يمكنها تشغيل واقامة الانساق الثقافية المبكرة والحضارات الاولى في بداية تاريخ الجنس البشري نفسه . فالطاقة التي يمكن بها تنظيم الاوات والمعتقدات والعادات والشعائر والوظائف في نسق له وظيفة Function انما كانت تستمد من الانسان ذاته . . . كان الانسان مصدر القوة التي امدت الانساق الثقافية والحضارة الاولى بالقوى المحركة ، ان يمكن هذا التعبير . وليس ثمة شك في ان مقدار الطاقة التي يستمدتها النسق الثقافي من مثل هذا المصدر ( أي الانسان ) كان صغيرا . فالانسان البالغ العادي يستطيع ان يولد لهم قوة حصان او ٧٥ واط فقط . ولكن مع ذلك فان معامل القدرة في النسق الثقافي الذي يستمد كل طاقته من الكائنات العضوية البشرية ليس ا.ر. قوة حصان لكل فرد على حدة ، لانا حين نأخذ في الاعتبار كل افراد المجتمع من رجال ونساء واطفال وشيوخ ومرضى وضعاف وعجزة فان المتوسط سيكون اقل من ذلك بطبيعة الحال ، وربما لا يزيد عن ٥.٥ ر. أو ب. قوة حصان للفرد . ولما كانت كمية السلع والخدمات التي تشبع الحاجات البشرية تتناسب مع كمية أو مقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد ، فان النسق الثقافي أو الحضاري الذي يعمل معتمدا على الطاقة المستمدة من الكائن العضوي البشري وحده لا بد ان تعمل ادنى حد لامكانيات الانساق الثقافية والحضارية ، وبذلك فان مثل هذه الانساق الثقافية لا بد ان تكون في اسفل سلم التطور الحضاري ، سواء فيما يتعلق بالطاقة المستخدمة بالنسبة للفرد ، او فيما يتعلق بالسلع والخدمات الخاصة بالاشباع الحاجات والمطالب البشرية والمنتجة بالنسبة للفرد ايضا . وهذا لن يمنع من وجود اختلافات وتباين بين الانساق الثقافية التي تعتمد على الطاقة البشرية وحدها . . . ذلك ان « عامل » الطاقة يمكن ان يتغير تبعا لاستهلاك السعرات اليومية ، كما ان « عامل » الآلة يتغير تبعا لدرجة الكفاءة . وعلى ذلك ، وبصرف النظر عن اختلافات الوطن أو البيئة التي تنشأ فيها الحضارة والتي تختلف بطبيعة الحال من قبيلة لاخرى في المجتمعات البدائية فسوف نجد ان ثمة

درجة لا بأس بها من التنوع في الانساق الثقافية . فمقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة هو العامل الأساسي في هذه الحالة، بينما العاملان الآخران ( الآلات والإنتاج ) لن تكون لهما أهمية تذكر - إن كانت لهما أهمية على الإطلاق - بدون عامل الطاقة . فبدون الطاقة لن يكون نمـة معنى الآلات والأدوات ولن يكون ثمة إنجاز لأي عمل أو أي إنتاج . ويقول آخر ، فإن عامل الطاقة هو الذي يزود المجتمع بمقياس موضوعي ومعتدل يمكن به قياس كل الحضارات وليس فقط الحضارات أو الثقافات البسيطة - ومدى تطورها ، وبذلك يمكن الحكم على إحدى الحضارات أو أحد الانساق الثقافية بالتقدم أو التخلف تبعاً لمقدار الطاقة المتحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة (١٦) .

وكما سبق أن ذكرنا فإنه لكي يستطيع المرء أن يأخذ فكرة واضحة عن الانساق الثقافية والحضارة « البدائية » التي تقوم على انتاج واستخدام الطاقة المستمدة من الكائن العضوي البشري وحده فإنه نحسن دراسة عدد من الثقافات الموجودة في الوقت الحالي ، والتي تعكس مع ذلك نفس الالامح التكنولوجية الأساسية التي لايسـت المراحل الأولى مثل سكان تسمانيا أو جزر الاندمان أو جماعات الأقزام في افريقيا أو أهالي استراليا الاصليين ، وما إلى ذلك من الشعوب والأقوام « البدائية » التي تزخر بالاشارة اليها كتابات الانثروبولوجيين ، وعدد كبير من الرحالة . والواقع أن العوامل التكنولوجية والبيئية تعمل معا جنباً إلى جنب في إبراز الاختلافات الثقافية بصرف النظر عن مصدر الطاقة المتحكم فيها وحجمها . ولكن مهما يكن من اختلافات الثقافات الحديثة التي تعتمد على الطاقة البشرية وحدها في التفاصيل ، فإنها كلها تشابه في ناحية واحدة جوهرية هي عجزها أو قصورها عن السيطرة على العالم الخارجي تماماً وعن انتاج السلع التي تشبع الرغبات البشرية لكل وحدة من وحدات العمل الإنساني ، وذلك فضلاً عن بساطة فلسفتها أو انساق المعرفة والاعتقاد فيها . وكما سبق أن ذكرنا أكثر من مرة فإن أدلة كثيرة تشير إلى أن الثقافات والحضارات الأولى تشبه إلى حد كبير ثقافات وحضارات بعض المجتمعات البسيطة الموجودة حالياً ، والتي لا تعتمد إلا على الطاقة الكامنة في الجسم البشري وحده ، وأنها قد تكون أكثر تقدماً من الناحية التكنولوجية . وليس من شك في أن الإنسانية كانت خليفة بأن تظل في أولى مراحل التخلف والبداءة لو لم يتمكن الإنسان من أن يزيد من موارد الطاقة المتاحة له . فالانساق الثقافية لا ترقى ولا تتطور بالذكاء البشري وحده ، أو بالقيم الثقافية أو المثل العليا أو حتى بالعمل الجاد الشاق فحسب ، وإنما لابد من أن يتوفر إلى جانب ذلك كله الطاقة اللازمة . (١٧)

والخلاصة من هذا كله هو أن ازدياد سيطرة الإنسان على المادة عن طريق التحكم في الطاقة عملية طويلة ولا تزال قائمة ومستمرة حتى الآن ، وسوف تستغرق في الغالب زمناً طويلاً في المستقبل . وترجع هذه العملية - كما تكشف عن ذلك الكشف الأركيولوجية - إلى عصور سحيقة في التاريخ وما قبل التاريخ ، اعني إلى بداية ظهور الإنسانية . وقد يمكن القول أن كل تقدم

Ibid, pp. 41-42

(١٦)

Ibid, p. 43.

(١٧)

تكنولوجيا يمكن تحقيقه في الماضي كان ينطوي في واقع الامر على مرحلة جديدة من التحكم في الطاقة . كذلك فان التقدم في استخدام الادوات في عملية توجيه الجهود البشرى نحو السيطرة على النار او على القوى الحيوانية يرجع هو ايضا الى عصور سحيقة في القدم ، ولذا فان من الصعب معرفة كل الخطوات التى مرت بها هذه الجهود في محاولة التحكم في الطاقة . ولكن الذى لاشك فيه هو ان الحاجة لازال ماسة للعمل على التحكم في مزيد من الطاقة لدرجة ان هناك من العلماء من يذهب الى حد القول بان الرغبة في التحكم في الطاقة وتسخيرها في مختلف مظاهرها هو جزء اساسي من الطبيعة البشرية ، بل ويكاد ان يكون امرا غريزيا . (١٨)



### ( ٣ )

في كتابه القيم عن « The Modern Theory of Energetics » يذهب فيلهلم أوستفالد Wilhelm Ostwald الى القول بان « تاريخ الحضارة ليس سوى تاريخ تقدم سيطرة الانسان وتحكمه بطراد في الطاقة » (صفحة ٥١١) وقد كتب أوستفالد هذا الكتاب في بداية القرن الحالى ( عام ١٩٠٧ ) وهى فترة شاهدت كثيرا من المناقشات حول دور الطاقة في بناء المجتمع البشرى . وقد ادلى كثير من علماء الاجتماع والانثروبولوجيا من التطوريين المحدثين - وبخاصة في الثلاثينات من هذا القرن - بكثير من الآراء حول هذه القضية التى لم تلبث ان وجدت لها فيما بعد تطبيقات عملية في عدد من البحوث الميدانية كنك الدراسة التى قام بها كيمب Kemp عند جماعات الاسكيمو والتى سبق الاشارة اليها . . . ومحاولة دراسة العلاقة بين تزايد التحكم في الطاقة واطراد التقدم الحضارى تنبع أصلا من الاعتقاد بان احدى الخصائص المميزة للحضارة هى امكان انتقالها - او على الاصح نقلها - عن طريق الوسائل غير البيولوجية من جيل لآخر ، بل ومن مجتمع لآخر ومن منطقة لآخرى ، على اعتبار انها احدى صور او اشكال التراث الاجتماعى ، ومن هنا فانها تنتقل عن طريق « الاجهزة الاجتماعية » المختلفة . فالحضارة بالمعنى الذى وصفه تابلور والذى جعلها بمقتضاه مرادفة للثقافة تتألف في آخر الامر من عناصر مادية كالالات والادوات والمعدات والملابس والحلى وما اليها ، وعناصر غير مادية تتمثل في الافعال والمعتقدات والاتجاهات ، او المواقف التى تظهر في مناسبات معينة والتى تنصف كلها بخاصة الرمزية . وعلى هذا الاساس ايضا يمكن اعتبار الحضارة او الثقافة تنظيما لاساليب والوسائل الخارجة عن جسم الانسان ، والتى لايقوم بها سوى الانسان من دون بقية الكائنات الحية في صراعه من اجل البقاء . ومن هذا تعتبر الحضارة او الثقافة متصلا Continuum متميزا عن التراث البيولوجى الذى ينتقل اليها آليا عن طريق الجينات او المورثات . والواقع ان كل العلماء الذين تعرضوا لمشكلة تعريف الثقافة او الحضارة يعطون اهمية كبرى لعنصر « التعليم » او « الاكتساب » ويبعدون عنها بالتالى كل ما هو غريزى او فطرى او موروث بيولوجيا ، ويرون انها هى حصيللة العمل والاختراع والابتكار الاجتماعى ، او انها حصيللة النشاط البشرى ،

وان وجودها بذلك غير مرتبط بوجود الافراد من حيث هم افراد ، وهذا هو ماجعل بعض هؤلاء العلماء من امثال هيربرت سبنسر Herbert Spencer و كروبر Kroeber يستخدمون اصطلاح « مافوق العضوى Superorganic » في كلامهم عنها . . وعلى اية حال نحين يتكلم علماء الانثروبولوجيا والاجتماع عن ثقافة شعب من الشعوب فانهم يقصدون على العموم طرائق المعيشة وانماط الحياة وقواعد العرف والتقاليد والفنون السائدة في ذلك المجتمع والتي يكتسبها اعضاؤه ويلتزمون بها في سلوكهم وفي حياتهم . (١٩) انها بقول آخر بسيط تؤلف نسما اعلى من رتبة الاشياء المادية والاحداث الملموسة رغم احتوائها على اشياء مادية كالالات والادوات ، كما انه يمكن وصفها في آخر ونفسرها في شكل مبادئ وقوانين خاصة بها . وكل هذا بقوى في نهاية الامر بمحاولة تتبع تطور الحضارة او ثقافة الجنس البشرى كله كوحدة متكاملة .

لو اخذنا بهذا التصور فاننا نستطيع ان ننظر الى الحضارة على انها نسق عام كلى يمكن التمييز فيه بين عدد من الاجزاء او الاقسام اوحتى المظاهر ، وان كان بعض العلماء من امثال ليزلى وايت يرون ان من الانسب الاكتفاء بالتمييز بين ثلاثة مظاهر رئيسية يطلق عليها مصطلحات « النسق التكنولوجى » و « النسق الاجتماعى » ثم « النسق الايدولوجى » (٢٠) وسواء اكانت هذه تعتبر انساقا او مجرد مظاهر فالهم هو انه يمكن التمييز بين ثلاثة مستويات او حتى ثلاث

( ١٩ ) الواقع ان فكرة تصور الثقافة او الحضارة على انها « تراكمية » وتكتسب عن طريق التعليم موجود لدى كل علماء الحضارة والاجتماع والانثروبولوجية . فعالم الاجتماع المشهور دو روبرتى de Roberty يذهب الى ان الثقافة هي حصيلة الفكر والمعرفة في الجالين النظرى والعملى على السواء ، ومن هنا فانها تعتبر خاصة من خواص الانسان دون غيره من الكائنات ، وهو قول يردده مالبينوسكى في كثير من كتاباته . كذلك يذكر لنا هوبل Hoebel ان عامل السلوك التعلم يعتبر ركنا هاما في تعريف الحضارة ، وان من الضروري ان نبعد كل ماهو غريزي وفطري وكل صور السلوك الموروثة بيولوجيا من مفهوم الثقافة . ولذا كانت الثقافة او الحضارة في نظره هي حصيلة الابتكار الاجتماعى فقط ، وبذلك يمكن اعتبارها بمثابة التراث الاجتماعى الذى ينتقل من جيل لآخر عن طريق التعليم والتلقين . كذلك يذكر الاستاذان ماكيفر وبيج Page في مجال تعريفها للكلمة بانها تستخدم للدلالة على كل ما صنعه اى شعب من الشعوب - او اوجده لنفسه - من مصنوعات يدوية ومعركات ونظم اجتماعية سائدة وادوات ومعدات واسلوب وللتقليد ، وباختصار كل ما صنعه الانسان اينما وجد ، فهي بذلك تعنى مجمل التراث الاجتماعى للبشرية ( انظر كتابهما عن « المجتمع » الجزء الاول ترجمة الدكتور على احمد عيسى صفحة ١١٥ ) . واخيرا فان رويتر Reuter يعرفها بانها « تشمل الادوات والمعدات التي ظهرت وتطورت نتيجة لجهود الانسان المتصلة لاشباع حاجاته ، وما يرتبط بذلك من عواطف واتجاهات وميول معقدة وكذلك الابنية المنظمة وما اليها من وسائل واساليب الفصيف التي تهدف الى اقرار النظام الاجتماعى وانتشار نماذج السلوك القادرة ، كما يدخل فيها ايضا النظريات الخاصة بتفسير الكون نفسيا فلسفيا والتي تساعد على فهم الحياة وتسهيل المعيشة بشكل او باخر » . ومع ان هذه كلها تعريفات واسعة فضفاضة الى حد كبير الا اننا نستطيع ان نرى ان العلماء يميزون في الحضارة بين ثلاث فئات اومستويات هي : المادى والاجتماعى والفلسفى كما يظهر على الخصوص من تعريف رويتر . وهذه ثلاثة سنعود اليها فيما بعد ، انظر في هذا كله الجزء الاول من كتابنا : البناء الاجتماعى - المفاهيم ، صفحات ١٨٨ - ١٩٢ ، كذلك انظر :-

Hoebel, E.A., The Nature of Culture, in Shapiro, H.L., (ed), Man and Society, O.U.P., N.Y. 1960, p. 198 ; Reuter, E.B. ; " Race and Culture " in Lee, A.M. (Ed.), Principles of Sociology, Barnes and Noble, 1961, p. 123.

( ٢٠ ) White, Leslie ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Strans and Cudaly ; N.Y. 1949, p. 464.

« طبقات افقية » هي : المسوى التكنولوجى الذى يعتبر قاعدة واساسا للثقافة او الحضارة ، والمستوى الايديولوجى او الفلسفى الذى يؤلف القمة ، وبين هذين المستويين بانى المستوى الاجتماعى . وهذه المستويات او الاوضاع تعبر عن حقيقة الامر عن الادوار الثلاثة التى يمكن التمييز بينها فى عملية الحضارة . فالنسق التكنولوجى هو الاساس الاول الذى يقوم عليه البناء الحضارى كله فى أى مجتمع وفى أى عصر . فهو العامل المحدد للحياة الاجتماعية او النسق الاجتماعى ككل ، بمعنى انه يؤثر تأثيرا بالغا فى تشكيل النظم والعلاقات الاجتماعية التى تسود فى المجتمع ؛ بينما تعتبر الانساق الاجتماعية ( وظائف ) للتكنولوجيات المختلفة . اما الفلسفات فانها تعبر بدورها عن القوى التكنولوجية مثلما تعكس الانساق الاجتماعية وذلك فى الوقت الذى يقوم فيه التكنولوجيا والمجتمع بتحديد محتوى الفلسفة واتجاهها . وهذا لانفى بطبيعة الحال ان الانساق الاجتماعية تدخل فى عمل التكنولوجيا ، او ان الانساق التكنولوجية والاجتماعية تتأثر بالفلسفات . ولكن هناك فرقا كبيرا بين « التأثر » و « التحديد »

وعلى اى حال فان هذه الانساق الثلاثة الرئيسية التى تؤلف الحضارة تتفاعل فيما بينها ويؤثر بعضها فى بعض ، ولكن على الرغم من انها كلها تعبر عن خصائص الحضارة الانسانية فان الفئة الاولى منها تتصل اتصالا مباشرا بنفس الوجود الفيزيقي للجنس البشرى ، بينما يظهر الفئتان الاخرتان بالتدريج نتيجة لتقدم الانسان فى سلم الحضارة ، وبذلك فهى دليل ومقياس على تقدمه وتطوره ونموه ، كما انه يمكن فهمها بالاشارة الى النسق التكنولوجى الاولى . وعلى مايقول **ليزلى وايت** : ان التكنولوجيا هى المتغير المستقل ، بينما النسق الاجتماعى يتحدد الى درجة كبيرة عن طريق الانساق التكنولوجية ، بحيث انه اذا تغيرت هذه الانساق تغير النسق الاجتماعى بالضرورة . (٢١) ان المثال الذى يضربه عالم الاثربولوجيا الاركيولوجية البريطانى ( استرالى ) الاستاذ جوردون تشايلد E. Gordon Childe فى كتابه الشهير « الانسان صنع نفسه » الذى يعتبر من افضل المقدمات التى كتبت عن تاريخ الانسان المبكر يوضح مانريد ان نقول : « ان تقسيمات علماء الآثار لعصر ما قبل التاريخ الى العصر الحجرى والعصر البرونزى والعصر الحديدي ليست تقسيمات تعسفية تماما ، وانما هى تركز على المواد التى كانت تستخدم فى صنع الأدوات والآلات التى تستخدم فى القطع وبخاصة الفؤوس ، وتعتبر تلك الآلات من اهم أدوات الانتاج . ويؤكد التاريخ الذى يعترف بالواقع والحقيقة اهمية هذه الآلات فى تشكيل وتحديد الانساق الاجتماعية والتنظيم الاقتصادى . وزيادة على ذلك فان الفأس الحجرية - وهى الاداة التى تميز العصر الحجرى الى حد ما على الاقل - هى الآلة البسيطة التى يمكن ان يقوم بصنعها واستعمالها أى جماعة من الجماعات التى تشتغل بالصيد والزراعة وتستطيع ان تكفى نفسها ، فهى لا تثير ضمنا الى وجود أى نوع من التخصص بالعمل او التجارة خارج حدود تلك الجماعة . اما الفأس البرونزية فهى ليست مجرد آلة افضل من الفأس الحجرية وتحل محلها ، وانما هى ايضا تفترض وجود بناء اقتصادى واجتماعى أكثر تعقدا . ذلك ان صب البرونز عملية أصعب بكثير من ان يستطيع أى شخص ان يقوم بها فى الفترات التى تفصل بين نشاطه فى الزراعة او الصيد او الاهتمام بالاطفال . انها عمل يحتاج الى وجود متخصصين ، وهؤلاء المتخصصون لابد ان

يعتمدوا في توفير مطالبهم واحتياجاتهم الأولية كالطعام على فائض انتاج غيرهم من المتخصصين ... (٢٢) وهذا نفسه يصدق على النسق الايديولوجى الذى يعبر فيه الانسان عن تجربته الانسانية ، ولكن تجربته وبعبارة اخرى وبعبارة اخرى وبالتحديد ايضا بالتكنولوجيات كما ذكرنا . والتكنولوجيا المتعلقة بحياة الرعى والزراعة والصناعة او الحرب سوف يجد بالضرورة تعبيرا فلسفيا ملائما لها . فاحدى التكنولوجيات تجدها تعبيرا في الطوطمية - كما يقول ليزلى وايت ، بشما نجد تكنولوجيا اخرى تعبيرا عن نفسها في التنجيم وهكذا . (٢٣)

كل هذا يدفعنا الى ان نعتبر التكنولوجيات هي الفلاح الاساسى لفهم نمو وتطور الحضارة . وهو موقف سبق ان عبر عنه اصدق تعبير عالم الانثروبولوجيا الامريكى **لويس مورجان** Lewis Morgan في القرن الماضى في كتابه القيم « المجتمع القديم The Ancient Society » وهو الكتاب المسئول مسئولية مباشرة عن موقف علماء الانثروبولوجيا التطوريين المحدثين ، ومحاولتهم تفسير الطور الحضارى بالرجوع الى تحكم الانسان في الطاقة (٢٤) وفي نظرهم الى التكنولوجيا على انها هي الوسيلة الاولى لظهور الانساق المادية ومن بعدها الانساق الاجتماعية والايديولوجية والمميز بينهما . ولما كانت الانساق المادية ذاتها ، مثل الجنس البشرى ( من حيث هو متميز عن الكائن البشرى الذى يعتبر جسما وليس نسقا ماديا ) . او الكون ( من حيث هو متميز عن الارض مثلا التى تعتبر جسما ماديا وليس نسقا ماديا ) انساقا ديناميكية وليست مجرد انساق استقرارية اوستاتيكية . فان ذلك يعنى ان الطاقة تدخل في تكوينها بالضرورة الى جانب المادة . وهذا يذكرنا بما سبق ان قلناه من انه يمكن وصف جميع الاشياء والموجودات ( الكون والانسان والحضارة ) في حدود والفاظ المادة والطاقة معا ، وان الحياة عملية بناء ، كما انها صراع دائم من اجل الطاقة الحرة Free Energy ، بينما التطور البيولوجى ليس الا حركة ومزج من التنظيم ومن التفاضل في البناء والركب والتخصص الوظيفي ، وتحقيقا لمستويات اعلى من التكامل ومزيدا من تركيز الطاقة . (٢٥)

ولو نظرنا الى المسألة من وجهة النظر الحيوانية البحتة فسوف نجد ان الحضارة ليست وسيلة لاستمرار عملية حياة جنس معين هو الجنس البشرى . فهي أداة ووسيلة لتزويده بالطعام والسكن ، والماوى واساليب الدفاع والهجوم والتنظيم الاجتماعى والتكيف للكون والترفيه وما الى ذلك . الا ان اشباع هذه الحاجات كلها يتطلب وجود طاقة ، ومن هنا فان

( ٢٢ ) Childe, Gordon, Man Makes Himself (1936), 4th ed. The Fontana Library, Collins, London 1965, p.8.

( ٢٣ ) White, The Science of Culture ; Loc. Cit.

( ٢٤ ) انظر في ذلك دراستنا عن « لويس مورجان والمجتمع القديم » - مجلة تراث الانسانية العدد الاول عام ١٩٧١ .

( ٢٥ ) راجع على العموم كتاب « آسيموف عن « الطاقة والحياة » وكذلك مقالنا عن « اللغز التكنولوجية » مجلة عالم الفكر . المجلد الثالث العدد الثاني عام ١٩٧٢ . انظر ايضا كتاب ليزلى وايت عن علم الثقافة الذى سبقنا الإشارة اليه ، صفحة ٣٦٧ .

اول وظيفة للحضارة او الثقافة هي في رأى الكثيرين - السيطرة على الطاقة والتحكم فيها واستخدامها ، بينما الانساق الاجتماعية والفلسفية تعتبر مجرد ملاحق للعملية التكنولوجية وتعبيراً عنها . وعلى ذلك يمكن القول ان عمل الثقافة ككل يتوقف تماماً على مقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها وبطريقة استخدام تلك الطاقة . بيد ان استخدام الطاقة يتطلب شيئاً آخر الى جانبها ، لان الطاقة في حد ذاتها لا معنى شئياً ولكنها تلعب دوراً معيناً في النسق الثقافي ولا بد من السيطرة عليها وتوجيهها . وهذا لن يتم الا عن طريق الاساليب والوسائل التكنولوجية والآلات والادوات . وتتوقف قدرة وكفاءة تلك الآلات والادوات ، وبذلك فان مقدرتها وفاعليتها في استخدام قدر معين من الطاقة تنعكس في مقدار ما تنتج من طعام او ملابس او سلع أخرى . وقد يمكن صياغة القانون الاساسي للتطور الثقافي او الحضارى على النحو التالى : « لو افترضنا ثبات العوامل الاخرى فان الثقافة تتطور وترقى تبعاً لمقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة او تبعاً لزيادة كفاءة الوسائل الآلية التي يمكن بها تشغيل الطاقة » . وليس ثمة ما يمنع بطبيعة الحال من ازدياد كلا العاملين في الوقت ذاته . وفي ضوء هذا القانون يمكن النظر في تاريخ التطور الحضارى او الثقافي من تلك الزاوية .



ولو سلمنا بان الحضارة هي اسلوب للتحكم في الطاقة ، فلا بد لها من ان تعتمد على تلك الطاقة في مكان ما اولاً حتى يمكن لها ان تتحكم فيها وتستخدمها . ويقول آخر ، لا بد من ان يعبر الانسان على مصادر الطاقة الملائمة التي يستطيع استخدامها في عملياته الانتاجية ، ايا كانت هذه العمليات . وربما كان اول مصدر للطاقة استغله الانسان باساليبه الثقافية البدائية ومنذ فجر التاريخ هو طاقة الكائن العضوي الانساني نفسه Human Organism . فالثقافات الأولى او الاصيلة انما نشأت وعملت بفضل الطاقة البشرية وحدها ، او على الاقل ، كانت الطاقة البشرية هي الاساس الهام والعنصر الفعال في العمل . ولقد سبق ان ذكرنا ان مقدار القوة Power التي يمكن ان تتولد عن الشخص البالغ العادي ضئيلة لا تزيد عن بـ قوة حصان Horsepower ، بل ان متوسط مصادر القوة والقدرة في انساق الثقافات والحضارات المبكرة يقل عن هذا كثيراً جداً ولا يكاد يتعدى بـ قوة حصان للفرد ، اذا اخذنا في الاعتبار النساء والأطفال والمرضى والشيخوخة والمعجزة ومن اليهم .

**وعلى أية حال ، فان تحقيق أى تقدم في الحضارة لا يمكن ان يعتمد على طاقة الانسان وحدها . فمثل هذه الحضارة - ان وجدت - لن تستطيع ان تتطور وتتم الا اذا استعانت**

( ٢٦ ) White ; op. cit., pp 368-69 . وقد سبق ان ذكرنا ( الهامش رقم ١٤ ) ان ليونى وايت يعبر عن دور الطاقة في التطور الثقافي بصيغة رياضية بسيطة هي الطاقة  $\times$  التكنولوجية  $\rightarrow$  الانتاج ، على أساس انه يمكن التمييز في أى نسق حضارى او ثقافى بين ثلاثة عوامل رئيسية هي ( أ ) مقدار الطاقة التي يتم التحكم فيها بالنسبة للفرد في السنة ، ( ب ) قدرة او كفاءة الاساليب التكنولوجية التي يتم بها التحكم في الطاقة وتشغيلها ثم ( ج ) مقدار او كمية السلع والخدمات التي تشبع حاجة الانسان والتي يتم انتاجها . ولما كانت ( ج ) هنا تمثل درجة التطور في المجتمع فان ليونى وايت لم يلبث ان اعاد صياغة الصيغة الرياضية السابقة بحيث تصبح C  $\rightarrow$  Ext . بحيث تشير C هنا الى الثقافة او Culture والحضارة Civilization .



**بمصادر أخرى للطاقة .** وصحيح أنه يمكن تحقيق بعض النجاح عن طريق زيادة كفاءة الأساليب الفنية والتكنولوجية التي يمكن عن طريقها استغلال الطاقة البشرية وتشغيلها بدرجة أفضل من الكفاءة ، ولكن هناك حدودا لتقدم الحضارة بهذا الأسلوب أو على هذا الأساس . وقد يمكن أن ندرك مدى قصور مثل هذه الحضارات التي لا تعتمد على غير الطاقة البشرية مع الاستعانة ببعض الأساليب الفنية البسيطة الساذجة إذا نحن نظرنا إلى حضارة الشعوب المتأخرة - أو البدائية . كما يسميها بعض الأنثروبولوجيين - التي توجد في الوقت الحالي ، أو إلى ثقافة أوروبا مثلا في العصر الحجري القديم ( أو العصر الباليوليثي Palaeolithic ) .

في ذلك العصر القديم كان الإنسان بطبيعة الحال مضطرا إلى الاستعانة بكل ما يصادفه من أجسام صلبة مثل قطع الخشب أو الحجارة ، ثم لم يلبث أن بدأ يستخدم قطع الصخر ذات الحافات الحادة المرهفة القاطعة في تشذيب الخشب مثلا ، ليحصل منها عصا صالحة للاستعمال ، أي أنه أخذ تدريجيا يقدر شكل العصا ذاته ويدرك بوضوح فوائد صنعها بشكل معين بالذات . أي أن عملية اكتساب « الإنسان المبكر » للثقافة جاءت تدريجيا وببطء شديد وليس عن طريق الوثبة أو الطفرة ، كما أن الأشياء ذاتها أخذت تكتسب بالتدريج معنى أعمق بالنسبة للأشخاص الذين كانوا يستخدمونها . « وهذا المعنى هو الذي يعطى الأدوات نعتها الخاص ويساعد بالتالي على ظهور شيء محدد يمكن أن يعزى إلى جماعة معينة بالذات » صحيح أن القدرة العليا قد « تشذب الاغصان مثلا بانتزاع الفروع الصغيرة منها ... وتقتضم أطراف العصي لتجعلها مدببة ، ولكنها لم تكن تفعل ذلك أبدا إلا حين تجابهها مشكلة من المشكلات وليس لكي تلائم نمطا موجودا لديها من قبل (٢٧) المهم هو أن الإنسان المبكر كان يستخدم إلى جانب قوته العضلية أي طاقته البشرية - الإخشب وقرون الوعول والعظام والإحجار المدببة الحادة والأشواك والإصداق وما إلى ذلك .. وقد ظلت الثقافة - أي أساليب وأنماط استخدام الأشياء - على درجة كبيرة من البساطة والفجاجة لفترات طويلة جدا قبل أن يتمكن الإنسان من صنع الآلات والأدوات المعقدة التي تختلف في شكلها عن الأشياء والأجسام الطبيعية اختلافا كبيرا ، ولا يزال كثر من الشعوب « البدائية » الحالية تستخدم إلى جانب أدواتها وآلاتها المصنوعة كثيرا من الأجسام الحادة التي يتخذونها من الطبيعة مباشرة حين يحتاج الأمر إلى ذلك ، كان يستخدموا الإصداق البحرية مثلا في قص الشعر .

وعلى العموم ، فإن بدايات الحضارة بدائيات غامضة إلى حد كبير جدا ، ولكن من المؤكد أنها استغرقت فترة طويلة من الزمن . وربما كانت أولى الأدوات هي الهراوات المتخذة من العظام والتي كان يستخدمها الإنسان القرد في جنوب أفريقيا ( إنسان جنوب أفريقيا Australopithecus ) . والأغلب - كما تدل على ذلك البقايا الحفرية التي تم العثور عليها - أن هذه الهراوات كانت عبارة عن الأجزاء السفلى من عظم العضد ( أي الكوع والجزء العلوي من الذراع ) عند بعض الحيوانات المجتررة الضخمة التي كانت تعيش حينذاك مثل الجنو الأزرق Wildebeest . ولو صح أن الإنسان القرد كان في ذلك الزمن السحيق يبحث فعلا وعيدا عن ذلك الجزء بالذات من العظام في جثة ذلك الحيوان الضخم فيقتطع منه قطعة معينة لاستخدامها في

تقل القردة التي كان يتفدى على لحمها فلن يكون مفر من أن نعترف بأن الإنسان القرد كانت له حضارة ، مهما كانت هذه الحضارة بسيطة وساذجة . يضاف الى ذلك أن ثمة شواهد أخرى تدل على أن الأدوات الحجرية تماثل في القدم الإنسان القرد ذاته أو بعض فصائله . ويرجع أقدم هذه الأدوات الى بداية البلايستوسين Pleistocene أيضا . وكانت حينذاك عبارة عن آلات حادة بسيطة الى أبعد حدود البساطة تصنع من الحصى الكروية بعد كسرها للحصول على حد مرفف . وقد وجدت هذه الآلات في شمال أفريقيا وشرقها وجنوبها . ثم جاء بعد ذلك نوع آخر من الآلات والأدوات في أوروبا وفي كل أنحاء أفريقيا وهي « فأس اليد الأيغولية » التي يحتمل أنها كانت تستخدم باليدين معا لنقلها في اقتلاع الجذور والخضروات البرية وكسر أغصان الفواكه الصلبة مثل غلاف جوز الهند ، أي أنها كانت تقوم بالمهمة التي تعجز عنها أسنان الإنسان القرد . كذلك كان الإنسان القرد يعتمد على الشظيات والشطافات الحجرية الفجة المصنوعة من الصوان في التقطيع والتفتيش والحك وما إليها . ثم دخل على شكل فأس اليد في أوروبا وأفريقيا كثير من التحسينات بالتدرج ، وذلك فيما يعرف باسم **الصناعة الإشيولية** Acheulean ، فأصبحت أخف وزنا وأكثر تهديبا واستواء وتكشف عن درجة عالية نسبيا من الدقة والاتقان في الصناعة ، كما أصبحت أطرافها أكثر استقامة وحدة نتيجة لاستخدام مطارق من العظام ، أو الخشب في صنعها وتشكيلها ، وهكذا . وخلال هذه الفترة التي تزيد على نصف مليون سنة كانت الآلات الحجرية تفقد الكثير من خشونتها وفجاعتها الأولى وتتخذ اشكالا محددة وأكثر استواء وأقل وزنا وحجما وأكثر فعالية . وعلى هذا ، ومهما يكن من أمر ذلك التطور الطويل التدريجي البطيء فإنه يمكن القول أن الحضارة لم تبعد الإنسان في بداية الأمر عن الطبيعة كثيرا . ولكنه مع ذلك عرف النار على ما يبدو واستخدمها في طهو اللحم وانصافه ، وهذه بغير شك خطوة هامة على طريق التطور الحضاري (٢٨) .



ولقد يكون من الصعب علينا أن نتصور بشكل واضح نوع حياة النقص التي كانت تحياها الشعوب البسيطة المبكرة في العصر الحجري القديم الأدنى عن طريق دراسة أدواتهم الثقافية . ولكننا نعرف الشيء غير القليل عن أقوام العصر الحجري القديم الأوسط والأعلى ، أو ما يعرف عموما بالعصر الحجري المتأخر . فتلك الشعوب لم تندثر تماما في حقيقة الأمر ، إذ تمثلهم في الوقت

(٢٨) يقول وليام هاوزر في ذلك : أن اقتصاد الإنسان الأول لم يكن يختلف في الطبيعة عن اقتصاد القردة العليا ، فقد كان يجمع ما تنعمه الطبيعة ويقتات به ، وكان يتفق في ذلك كل وقته . ومن الجائز أنه كان ( يجمع ) اللحم أيضا - على الأقل حتى مرحلة الإنسان البدائي - وليس النباتات فقط . ولكننا نستطيع أن تكون فكرة صحيحة بعض الشيء عن طعامه في المرحلة المتقدمة قليلا في بعض الأماكن مثل كهوف بكن حيث وجدت عظام الحيوانات جنباً الى جنب مع بقايا الفواكه ، كما وجد شيء أكثر أهمية من ذلك وهو الفحم الخشبي ، مما يدلنا على أن الإنسان بكن كان في تلك الفترة الدافئة الثانية يستخدم النار بالفعل . والطبخ هو عامل هام مساعد للهضم ... ومن المحتمل أن هؤلاء البشر لم يكونوا يستخدمون الكهوف كمأوى وملجأ الأرض - كما كان يفعل الإنسان القرد . ولستأ نعرف ما إذا كانوا قد عرفوا الملابس ، ولكن يصح أن الحياة لم تصل الى تلك الدرجة من الشكليات إلا بعد ذلك بكثير عند شعوب العصر الموستري لأنهم كانوا يعيشون قرب التلجالات ولأن أدواتهم توحى بأنهم كانوا يعرفون الصناعات الجلدية ... - المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٠٨ - ١٠٩ .

الحالي الجماعات والقبائل « الهمجية » أو « البدائية » أو « المتوحشة » على ما تشير اليهم الكتابات الانثروبولوجية في العاده ، كما ان اساليبهم في القنص كانت أكثر « حداثة » وتطورا . وكانوا يعتمدون في معاشهم على اللحم في المحل الأول وبخاصة في أوروبا وأمريكا الشمالية ، ولدا تعرف شعوب تلك الحقبه باسم « الصيادين المتقدمين » وقد امتدت تلك العترة ما بين حوالى عام ٣.٠٠٠ ق.م و ٦.٠٠٠ ق.م على الأقل في منطقة الشرق الاوسط - حين بدأت الزراعة بعد تراجع مرحلة القنص الحاصلة . ولقد خضعت صناعة الآلات الحجرية في ذلك الطور الى كثير من التغير ، ودخلت عليها عناصر كثيرة من التطور والتقدم والتجديدات والصيغ والاشكال ، بعد ان كانت كلها في العصر الحجري القديم الأدنى لها نمط واحد الى حد كبير . ولعد برع الانسان في صنع النصال blades المدببة أو ذات الحدين المرفقين للفاية من احجار الصوان عن طريق « التشطيف » أى فصل الشطافات من قطعة صوان كبيرة تعتبر بمثابة اللب أو النواة core ، وذلك عن طريق الضغط عليها بأداة صغيرة من العظم . وقد كانت هذه الشطافات تستخدم بعد ذلك في صنع كل انواع الآلات الحادة كالماكشيط ورؤوس الحرايب والمسنونات والمذى وغيرها من الآلات التى كان الانسان يستخدمها في الصيد والقنص أو التقطع أو الحك والفشط والتقشير وسلخ الحيوانات وما الى ذلك ، وهى كلها آلات تكشف عن درجة معينة من المهارة رغم ما بها من سداجة وبساطة . ولم يكتف قانصو الحيوانات في العصر الحجري القديم الأعلى بالاعتماد على الحجارة في صنع ما يحتاجونه اليه من آلات وادوات بل استخدموا ايضا العظام والعاج والقرون في صنع كثير من الآلات والادوات الصغيرة الدقيقة . وبعض هذه الصناعات لا تزال تجد لها بفايا عند الاسكيمو الذين سبقت الإشارة اليهم ، وبخاصة « الهاربون » أو حربة صيد البحر التى كانت تزود بصف من الخطاطيف على طول أحد جانبيها أو كلا الجانبين . وهذه كلها أسهمت اسهاما كبيرا في الارتفاع بمستوى الانتاج عن طريق توفير قدر أكبر من الطاقة . فقد كانت هذه الآلات تعتبر عاملا مساعدا للطاقة البشرية التى كان الانسان يبدلها . وفى أواخر العصر الحجري القديم امكن للإنسان ان يخترع وسائل جديدة في القنص مثل القسي والسهم ، أو على الأقل استخدمها بكثرة فاقه ، وساعد ذلك الناس على موازنة طعامهم والاعتماد على كثير من الاطعمة والماكولات التى كان أسلافهم يأفنون منها مثل الطيور والحيوانات الصغيرة ، كما استعانوا بالكلاب التى يمكن اعتبارها نوعا من « الاكتشاف » من هذه الناحية . وكما يقول هاوولز في ذلك : « لسنا نعرف اصل الكلب على وجه الدقة ، بل أننا لا نعرف ما اذا كان الانسان هو الذى اكتشف الكلب ، أو اذا كانت الكلاب هى التى اكتشفت الناس - اعنى ان الاثنين بدءا الصداقة أولا . والكلاب مخلوقات انيسية لطيفة ، والأغلب انها كانت تحوم حول مخيمات الانسان في انتظار فضلات طعامه . وقد قبلها الانسان على هذا الوضع ، ثم سمح لها بعد ذلك بأن تصاحبه وتلازمه حتى ظهر نفعاها وفائدتها في الصيد ، وذلك قبل ان يستأنسها ثم يقوم على تربيتها بوقت طويل . والواقع ان الكلاب وصلت الى ذلك المركز بالفعل في بعض الثقافات المحددة التى تقوم على قنص الحيوان (٢٩) .

الا أن العائد القليل الذى كان يعود على الناس من عملية قنص الحيوان دفعهم الى صيد السمك من البحر لاستكمال غذائهم . وكانت البحار تستخدم في الطعام منذ عهد بعيد . وقد عرفت الشعوب المبكرة منذ العصر الحجري الوسيط ( الميزوليثى ) صيد السمك بالصنائر او الهاربون ( في حالة الاسماك الضخمة ) علاوة على استخدام الشباك . كذلك استكملت الشعوب الميزوليثية طعامها عن طريق « الجمع » ، اى جمع الثمار والفواكه البرية والجوز . وكل هذه أنواع من النشاط الاقتصادى تحتاج الى قدر كبير من المهارة وسعة الحيلة والدهاء والقدرة على مغالبة الظروف القاسية التى سادت في أواخر العصر الجليدى بعد أن كانت القوى العضلية والعنف هى الوسيلة السائدة قبل ذلك ، وبعد أن كان الانسان يعتمد اعتمادا كبيرا على طاقته الجسمية .



#### ( ٤ )

لكى تقدم الحضارة الى ما وراء الحدود التى تفرضها عليها مصادر الطاقة الكامنة في الجسم البشرى وحده مع الاستعانة ببعض الأدوات البدائية الفجة كان لا بد للانسان من ان يبحث عن وسائل واساليب أخرى يستطيع بها ان يكتشف بعض المصادر الطبيعية الأخرى التى تكمن فيها مقادير أخرى اضافية من الطاقة ، وان يتحكم في تلك الطاقة ويسخرها لصالحه . وقد استطاع الانسان خلال تجاربه الطويلة عبر العصور ان يتعرف على ثلاثة مصادر طبيعية للطاقة هى النار والرياح والماء ، وان يستخدمها في حياته اليومية لاشباع حاجاته البسيطة المحدودة في اول الامر على الأقل . ومن المحتمل جدا ان النار التى تعتبر من المصادر الهامة للطاقة الخارجية اكتشفت منذ ما يزيد على مائة ألف سنة على ايدى كائنات تشبه الانسان ( اشباه البشر ) ، وقد انقرضت هذه الكائنات منذ ذلك الحين ، ولكن المهم هو ان اكتشاف النار كمصدر للطاقة كان أقدم من ظهور الانسان الحديث وان كان استخدام النار في تلك العصور السحيقة كمصدر للطاقة محدودا بطبيعة الحال . والواقع ان كل ما يقال عن اكتشاف النار واستخدامها كمصدر للطاقة في العصور المبكرة من تاريخ الجنس البشرى هو محض افتراضات وتخمينات ، وان كان يبدو ان اشباه البشر شاهدوا من آثار النار المدمرة حين كانت تنشب بفعل العوامل الطبيعية كالصواعق او البرق ، ثم عمل الانسان بعد ذلك على ( استئناسها ) حين أدرك فائدتها في الدفء وفي تخويف الحيوانات المتوحشة وإبعادها ، وأخيرا بعد اكتشاف أهميتها في الطهو . وليس من شك في ان من أكبر المشاكل التى واجهت الانسان القديم هى ايجاد طريقة لاشعال النار عمدا عن طريق صنع شرارة ، ولذا يعتبر اكتشاف صنع الشرارة من طرق قطعتين من الصخر من نوع معين كالصوان مثلا خطوه جبارة في طريق التقدم . ولقد كانت النار في بداية الامر تظل مشتعلة طيلة الوقت وذلك قبل ان يتمكن الانسان من اختراع وسيلة لاشعالها حين يريد ذلك . ويعتبر ذلك أحد الاسباب الرئيسية في ان كثيرا من الشعوب القديمة كانت تنظر الى النار على أنها شيء مقدس ، ولذا يجب ان تظل

مشتعلة بشكل مستمر ، ومن هنا ساد الاعتقاد لدى كثير من الشعوب والاقوام بضرورة « اطعام  
اللهب المقدس » . وبمرور الزمن زادت أهمية النار في الحضارات الاكثر تقدما فاستخدمت في  
صنع الفخار وتطويع المعادن ، كما ان كثيرا من الشعوب « البدائية » كانت تستخدمها بكفاءة في  
تجفيف جذوع الاشجار الضخمة لصنع القوارب وبذلك كانت تحل محل القوى العضلية البشرية .  
ولكن مع هذا كله فانه يمكن القول ان النار لم تصبح مصدرا فعالا للطاقة الا بعد اكتشاف  
البخار ، او على الاصح اختراع الآلات والمقاطرات البخارية في العصور الحديثة ، بينما كان  
استخدامها كصورة ومصدر للطاقة في الحضارات والاناساق الثقافية السابقة محدودا للغاية (٢١) .  
وعلى اى حال فالنار - كما يقول آسيوف - « مصدر مركز للطاقة وباستخدامها يصبح مقدار  
الطاقة التى تحت امرة الفرد الواحد من بنى الانسان اكبر كثيرا مما يحتويه جسمه بحيث يمكن  
اعتباره لانهاثيا - تقديريا ، وذلك هو السبب في أن ( اكتشاف النار ) يكون بلا شك اعظم مافرة للانسان  
القرن . فهي وحدها التى خلصته من عبوديته لمورد الطاقة المحدود في جسمه ، مضافا اليه طاقة  
الحيوانات التى استأنسها (٢٢) » .

**وتعتبر النار من أهم الأشياء التى ينفرد بها الانسان ، مهما بلغت درجة تخلفه من دون  
الكائنات الأخرى ، فهي ظاهرة انسانية ، ان صحت هذه التسمية . ولينا نعرف قبيلة من القبائل  
البدائية لم تعرف النار . ولما اساطير كثيرة لدى معظم الشعوب القديمة والبدائية . فهناك على  
سبيل المثال اسطورة بروميثوس الذى انزل النار من السماء الى الارض لكى ينقذ بها الجنس البشرى  
من الفقر والفاقة ، كما ان الحضارات القديمة ومنها الحضارة المصرية عرفت عبادة الشمس في  
فترة من تاريخها ، وكان الزرادشتيون في فارس يعبدون النار ولا تزال بقايا هذه الديانة قائمة  
لدى البارسين في الهند (٢٣) . بل ان النار في صورتها غير الشمسية كانت منذ اقدم التاريخ  
مصدرا للضوء والحرارة والدفع ، وقد ساعد ذلك الانسان على اكتشاف وارتياد مناطق بعيدة  
عن الدفء والاقامة في الاصقاع الباردة الجليدية . اى انه يمكن القول ان اكتشاف النار كان من  
عوامل انتشار الجنس البشرى وعمران الارض ، فضلا عن أنه أدى دورا هاما في تغيير العادات  
الفدائية لدى البشر ، وبذلك وسع الانسان من مجال مصادر ومواد غذائه ، وادخل عناصر يصعب  
التغذي عليها بغير ظهور صورتها الطبيعية . ولقد توصل الانسان خلال المائة الف سنة الماضية الى اكتشاف**

White, L.A. ; Science of Culture, op. cit, Op. 370.

( ٢١ )

( ٢٢ ) آسيوف ، ايزال ، « الطاقة والحياة » الرجوع السابق ذكره ، الترجمة العربية صفحة ١٧ .

( ٢٣ ) يمكن للقارئ ان يرجع الى كتاب سير جيمس فريزر Sir James Frazer « الفسفن الذهبى The Golden Bough حين يبيد مزيدا من الاصلحة الدور الذى لعبته النار في حياة مختلف الشعوب والجماعات خلال مراحل التاريخ المختلفة وعلى كل مستويات التقدم الحضارى . وللكتاب طبعة موزعة اشرف عليها فريزر نفسه ، ولهذا الطبعة الموزعة ترجمة عربية ظهر الجزء الاول منها عام ١٩٧١ بأشراف كاتب هذه الدراسة ( الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ١٩٧١ ) .

طرق جديدة لاشعال النار والى انواع جديدة من الوقود ساعدت على تغيير اسلوب الحياة . وكان الخشب اول نوع منها ، ثم ظهر الفحم في القرن السابع عشر ، واخيرا البترول في القرن الحالى . كل هذا دفع كاتبنا مثل آسيموف الذى سبق الاستشهاد بكتاباتة الى القول انه من بين جميع الاحرازات في تقدم التكنولوجيا في تاريخ الانسان احتل اكتشاف النار اولا ثم اختراع الآلة البخارية ثانيه المركز الأول في وفرة الآثار والنتائج . فالاكتشاف الاول جعل طاقة الاحتراق ميسورة للانسان ، اما الثانى فقد اخضعها للاستخدام كمحرك أولى (٢٤) .



**ويبدو ان استخدام النار كان اسبق على استخدام الطاقة الكامنة في الماء والرياح . ومع ان** الانسان كان يدرك من خبرته اليومية قوة الرياح وما تستطيع ان تلحقه من خسارة وتدمير وتلف فلم يستطع في بداية الامر على الاقل ان يدرك القوة الحقيقية الكامنة فيها وان يسخر تلك القوة لصالحه ، ولذا مرت قرون طويلة قبل ان يعرف كيف يستخدمها في تسيير القوارب والسفن وتشغيل الآلات . وليس من شك في ان افضل مظهر لاستخدام طاقة الرياح هي العجلات والطواحين الهوائية باشكالها المختلفة ، والتي خضعت هي ذاتها لكثير من التطوير والتحسين والتجديد والتعديل . ومع ذلك فان معظم استخدام طاقة الرياح والهواء في ذلك المجال يرجع الى عصور تاريخية وحديثة ، كما ان الرياح لا تعتبر حتى الآن من المصادر المهمة للقوى الا في حدود ضيقة .

**وربما كان استخدام الماء كمصدر للقوى اهم بكثير في تاريخ الحضارة من استخدام الرياح .** والاعقاب ان الانسان ادرك من خبرته ومشاهدته للمياه الجارية التي تجرف امامها العوائق ، كما تحمل جلدوع الاشجار الضخمة التي تسقط في مجراها كيف يستطيع ان يستخدمها في نقل الاجسام الثقيلة عن طريق تحميلها فوق ألواح مسطحة من الخشب ، ثم لم يلبث بمرور الزمن ان استخدم الماء في ادارة وتشغيل الطواحين والعجلات كوسيلة لتوفير طاقته الفيزيكية . بيد ان الأهمية الحقيقية للماء لم تظهر الا حين ارتبطت فكرة استخدام طاقة الماء مع طاقة النار للحصول على البخار الذي يعتبر اكتشافه انقلابا خطيرا في تاريخ الحضارة الانسانية ، وفتح فصلا جديدا في كتاب الحضارة . فتشغيل الآلات بفعل قوة البخار المتصاعد من الماء الساخن ، وآلات الاحتراق الداخلى كلها فتحت امام الانسان آفاقا واسعة رحيمة من التقدم والرقى ، وزاد من ذلك اكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعي الهائلة التي اتاحت الفرصة لتحقيق زيادة ضخمة في مقادير الطاقة المتاحة لبناء الحضارة . ولقد ظل الاعتماد على البخار والآلات والقاطرات البخارية سائدا الى ان ظهرت الكهرباء ، ولكن يمكن على العموم ان نقارن نتائج ما يعرف باسم « **ثورة الوقود** Fuel Revolution » بنتائج الثورة الزراعية من الناحية الاجتماعية البحتة . فقد

( ٢٤ ) آسيموف ، الرجوع السابق ذكره الترجمة العربية صفحة ٣٢ . راجع ايضا Richards, loc. cit.

ترتب على كل منهما زيادة كبيرة في حجم السكان وحجم الوحدات السياسية ، وحجم المدن وتراكم الثروات ، والنمو السريع في الفنون والعلوم ، وبالاختصار ترتب على كل منهما تقدم سريع وهائل في الثقافة أو الحضارة (٢٥) .



### (٥)

ومهما يكن من أثر استخدام الرياح والماء كمصدر للطاقة فإن استخدامهما كان - كما ذكرنا - في حدود ضيقة جدا وبخاصة في الفترات المبكرة من تاريخ الحضارة . ومع ذلك فقد كانت هناك مصادر أخرى للطاقة متاحة حتى للشعوب التي نصفها في العادة بأنها ( بدائية ) يمكن لهم تسخيرها بخلق وبراعة، ونعني بذلك طاقة الحيوان والنبات .

ومن الصعب أن نحدد بدقة بداية استئناس الحيوان ، وربما كان ذلك قد تم بطريقة عرضية بحثة في بعض مراحل ما قبل التاريخ « حينما حامت أنواع معينة من الحيوان متخفية حول النار لالتقاط الفضلات ، ثم روضت تلك الحيوانات من أجل التسلية والصحبة بدافع من المودة التي لا تزال تربط بين الأولاد الصغار ، وبين السلاخف والخنافس والأشياء الأخرى » (٢٦) ولكن ذلك لم يلبث أن تحول الى عملية استئناس متعمدة للاستفادة من الحيوانات في أداء ( الشغل ) الذي يتطلب بذل طاقات اضافية فوق طاقة البشر . وذلك طبعاً بالإضافة الى الاستفادة من لحوم تلك الحيوانات ولبنها وجلودها وعظامها وغير ذلك . وكانت الحيوانات الأولى المبكرة بوجه خاص تفوق الإنسان في الحجم وفي معدل بذل الطاقة . ومنذ عصور ما قبل التاريخ استعان الإنسان بالحمير والثيران التي كانت « تمثل زيادة في مورد الطاقة المستفاد بها تتراوح بين ضعفين وسبعة أضعاف

( ٢٥ ) الواقع ان استخدام قوى الماء لأغراض الري ، واستغلال الاختلافات الطبيعية بين مستويات الأرض كان امراً معروفاً منذ العصور القديمة . فقد ظهرت العجلات الألفية ملاً حوالي القرن الأول قبل الميلاد وكانت قوتها تقدر بحوالي ٣٠ كيلو وات . وحوالي القرن الرابع تم اكتشاف واستخدام العجلات الرأسية التي وصلت قوتها الى حوالي ٢ كيلو وات ، وكانت هذه العجلات تستخدم في أول الأمر في طحن القلح وما الى ذلك من أعمال آليه . وفي القرن السادس عشر كانت العجلات التي تعاد بقوة الماء ( أو السواقي ) أهم أداة تستخدم في التحريك بل انها أصبحت أساس التصنيع في أوروبا الغربية . وفي القرن السابع عشر كان ناتج القوة يصل الى مستويات عالية نسبياً بلغت في بعض الأحيان الى أكثر من خمسين كيلو وات . أما الطواحين الهوائية فالأغرب أنها ظهرت لأول مرة في أوروبا في القرن الثامن عشر واستخدمت في طحن القلح ورفع المياه والانتقال من المناجم وما الى ذلك . وتصل قدرة هذه الطواحين الهوائية أحياناً الى ١٢ كيلو وات ، ولكن عيبها الأساسي هو اعتمادها تماماً على الرياح . أما البخار فإن استخدامه كمحرك يعتبر حديثاً نسبياً إذا قورن بالطواحين المائية أو الهوائية ، وإن كان هناك ما يدل على أن تجربة من هذا القبيل أجريت في الإسكندرية في القرن الأول الميلادي ، ومع ذلك فالواقع ان البخار لم يستخدم بكفاءة وفعالية إلا منذ القرن السابع عشر كقوة محرك ، بل ان الثورة الصناعية المبكرة كانت تعتمد في أول الأمر على الطواحين الهوائية والمائية كمحركات أولية . ولذا كانت مراكز التصنيع تنشأ وتقام حيث توجد تلك الطواحين ومصادر القوة ، ولم تصبح الآلة البخارية محركاً أولياً إلا منذ منتصف القرن التاسع عشر في أوروبا . انظر في ذلك :

Starr, Chauncey ; " Energy and Power " , Scientific American, Vol. 225, No. 3, Sept. 1971, pp. 37-38.

الطاقة المتوافرة من عدد مماثل من الرجال ، بينما الخيل تضاعف مورد الطاقة المستفاد بها عشرة اضعاف « (٣٧) . ولكن على الرغم من أن استعمال الحيوانات يرفع معدلات الطاقة التي يمكن بذلها فإن ذلك يتم في حدود متواضعة نسبيا ، حتى لو أخذنا في الاعتبار استخدام الحيوانات الضخمة مثل الجمال والغيلة ، كما أن العناية بالحيوانات ذاتها تكلف الإنسان بلل قدر من طاقته ، الخاصة التي كان يمكن استخدامها في قضاء حاجاته المباشرة . . .

**بيد أن استئناس الحيوان أدى إلى زيادة مصادر الطاقة المستخدمة في بناء الحضارة من ناحية أخرى مختلفة تماما .** ذلك أن هذا النوع من النشاط يعني بالضرورة تحقيق زيادة محسوسة في إنتاج الطعام وغير ذلك من نتاج الحيوانات بالنسبة للجهد الذي يبذله الإنسان في عمله ، إني الجهد المبذول في قنص الحيوان وتربيته . فعملية الاستئناس تختلف اختلافا جوهريا عن القنص والصيد . ففي حياة القنص يقوم الإنسان بقتل الحيوان واكل لحمه دون أن يستفيد منه في العمل أو في الحياة اليومية وذلك بعكس الحال بالنسبة لعملية استئناس الحيوان وتربيته ، إذ يعيش الإنسان هناك على القطيع دون أن يؤدي ذلك إلى نقصان حجم القطيع ، بل العادة أن حجم القطيع يزداد باستمرار أن لم تقم عوامل طارئة تؤدي إلى هلاكه . وزيادة حجم القطيع معناه بطبيعة الحال زيادة موارد الطاقة الكامنة في الحيوانات والتي يمكن استخدامها في ( الشغل ) وبالتالي إتاحة فرصة أكبر لتحقيق مستوى أعلى من الحضارة .

ولقد ساعد استئناس الحيوان بشكل مباشر على استئناس وتدجين النباتات البرية مما أدى إلى تحول شعوب واقوام العصر الحجري القديم والوسيط من حياة الجمع والالتقاط والقنص التي تعتمد على التحول إلى حياة الاستقرار ، وما ارتبط بالاستقرار من زيادة التحكم في المصادر النباتية الطبيعية ، ثم ممارسة الزراعة كأسلوب للعمل والحياة . وربما كان أهم النباتات التي تم استئناسها وتدجينها هي الحبوب التي يصفها تايلور Tylor بأنها « **المحرك الأعظم لقوى الحضارة** » ، على اعتبار أن كل الحضارات الكبرى القديمة ظهرت نتيجة لزراعة الحبوب . بل أننا لا نكاد نعرف حضارة واحدة ازدهرت بعيدا عن هذا النوع من الزراعة .

**ويرجع ظهور الزراعة إلى العصر الحجري الحديث أو العصر النيوليثي Neolithic** الذي يتميز بالفؤوس الحجرية المصقولة . ويتوصل الإنسان إلى « زراعة » الطعام و « تربيته » بدلا من مجرد الاكتفاء بجمعه أو قنصه . وكما يقول وليام هاولز : « لو تعين علينا أن نختار أعظم وأجل تغير واحد طرأ على التاريخ البشري كله حتى وقتنا الحاضر لكان هو استئناس الطعام وتدجينه . وأنا أعني هنا بالطبع التغير الناشئ عن التطور الثقافي باعتباره متميزا عن التغير البيولوجي » (٣٨) . ويمكن أرجاع بدء ذلك العصر إلى حوالي عام ٦٠٠٠ ق.م. والواقع أنه حوالي عام ٤٠٠٠ ق.م. كانت القرى الزراعية قد انتشرت انتشارا واسما في الشرق الأدنى، وكان العمل الأول للناس حينذاك هو زراعة القمح والشعير ، مستخدمين في الحصاد مناجل مستقيمة هي عبارة عن قطعة من الخشب أو العظام تثبت فيها نصال حادة من الصوان ، كما كانوا يطحنون الفلال على طاحونة يدوية دوارة



مصنوعة من الحجارة ، او على رchy حجرية . ولكنهم الى جانب الزراعة كانوا يهتمون بتربية الأبقار والاغنام والماعز والخنازير ، بالإضافة الى قنص الحيوانات البرية وصيد السمك والطيور . ومع ان الزراعة الأوائل في العصر الحجري القديم لم يعرفوا صناعة الفخار او نسج الملابس ، فانه يكفي لتقدير مدى تقدمهم الحضارى واستخدامهم للطاقة غير البشرية ان تدرك انهم كانوا يعتمدون في المحل الاول على طاقة الحيوانات التى استأنسوها ، بالإضافة الى الأدوات والآلات الزراعية المصقولة المصنوعة من الحجارة الصلبة أيضا . . الا ان هاتين الصناعتين ظهرتا مع ذلك في قرى العصر الحجري الحديث في وقت مبكر نسبيا . وصناعة الاواني الفخارية بالذات التى تحتاج الى تطويع الطفل او الصلصال قبل تشكيله باضافة الرمل او الحصى تعتمد على الطاقة الكامنة في النار التى تستخدم في احراق الطفل بعد تشكيله وذلك لتغيير طبيعته الكيميائية . وفي الوقت ذاته ظهرت في اوروبيا الفؤوس الحجرية المشحودة التى كانت تستخدم في قطع الاشجار وتطهير الارض من الغابات لزراعتها . وقد اضافت هذه الفؤوس طاقة أخرى اضافية جديدة الى طاقة المجهود العضلى الذى يبذله الانسان . ومع ذلك فان جهود الانسان لازالة الغابات بالفأس الحجرية لم يقدر لها النجاح تماما . فقد كانت الغابات تنمو طيلة الوقت من جديد ، ولم يستطع ازالتها كلية والى غير درجة سوى الفأس المصنوعة من الصلب ، وذلك في العصور الوسطى (٢٩) .

وواضح من هذا كله كيف ان التقدم في التطور الحضارى كان يرتبط منذ نشأة الانسان المبكر بالزيادة في مقدار الطاقة التى يتحكم فيها الانسان من طريق الاساليب الروعية والزراعية . وهذا هو في الواقع ما تدل عليه الآثار اركيولوجية خلال الآلاف القليلة الماضية من الاعوام . اذ لم تلبث الحضارات القديمة الكبرى ان ظهرت بعد اختراع الزراعة بالذات ، وهذا يصدق على مصر وبلاد ما بين النهرين والهند والصين بل وفي بعض مناطق العالم الجديد في المكسيك واواسط امريكا ومرتفعات الانديز ، والواقع انه بعد بضعة مئات الآلاف من السنين من التطور البطيء خلال العصور الحجرية القديمة لم تلبث الحضارة ان ازدهرت نتيجة لازدياد مصادر الطاقة التى امكن توفيرها بالزراعة وتربية الحيوان ، وبذلك حلت المدن الكبرى والأمم والامبراطوريات محل القرى والقبائل نتيجة للثورة الزراعية ، وامكن تحقيق كثير من التقدم السريع وبخاصة في العالم القديم في كل الفنون من صناعية وجمالية وعقلية ، كما تم تنفيذ كثير من المشروعات الهندسية الضخمة (٤٠) .

بيد ان هذا كله لا يعنى ان تطور الحضارة كان مستمرا طيلة الوقت وبغير توقف نتيجة لاكتشاف مصادر جديدة للطاقة وزيادة التحكم فيها وابتكار اساليب جديدة في الزراعة وتربية الحيوان . بل ان سير الحضارة كثيرا ما كانت تعترضه بعض العقبات والعوائق التى تعطل من تقدمه او على الأقل تضعف من قوة اندفاعه . ويقول آخر فان سير الحضارة لم يكن يتجه دائما

( ٢٨ ) وليام هاولز ، المرجع السابق ذكره ، صفحة ١٨٦

( ٢٩ ) المرجع السابق ، صفحة ٢٩

( ٤٠ ) White, Science & Culture, p. 372 انظر كذلك كتاب جوردون تشايلد عن « الانسان

يصنع نفسه » Childs, G. ; Man Makes Himself.

في خط راسي محققا مزيدا من التقدم الجوهري، وإنما كثيرا ما كان يسير في مستوى افقى لفترة طويلة من الزمن دون أن يحقق أى تقدم يذكر، وهذا على فرض أنه لم يكن يتعرض لبعض الانتكاسات التي كانت ترد بعض الشعوب والأقوام إلى مستوى حضارى أدنى مما بلغته بالفعل. ولعل خير مثال لذلك هو الفترة الطويلة التي انقضت بين ما يعرف باسم الثورة الزراعية التي بلغت أوجها في مصر وبلاد ما بين النهرين والصين حوالي عام ١٠٠٠ ق.م من ناحية، والثورة الصناعية التي تحققت في أوروبا مع مطلع القرن التاسع عشر. فكثير من علماء الحضارة يرون أن المستوى الذي بلغته تلك الدول القديمة الثلاث ظل سائدا دون أن يطرأ عليه ارتفاع ملحوظ أو يتعرض لتغير جذري طيلة ما يقرب من ثلاثة آلاف سنة حتى بدأ ما يعرف باسم «عصر الوقود The Age of Fuel» الذي يعتبر بداية لنمط جديد تماما من الحضارة. وهذا لا يعنى بطبيعة الحال أنه لم يكن ثمة تغير أو تقدم على الإطلاق طيلة هذه الفترة من الزمن، لأن الإنسان تمكن بالفعل من تحقيق الكثير من الابتكارات في مجال الزراعة، ولكن الذي نقصده هو أن كل هذه المظاهر من التقدم لا يمكن أن تقارن بما كانت الحضارات القديمة في الشرق قد انجزته بالفعل عن طريق الثورة الزراعية، وأن التقدم الذي يمكن مقارنته بهذه الثورة هو ظهور عصر القوى Power Age أو حتى ثورة الوقود. وعلى أي حال فالظاهر أن ما أحرزته الحضارة الإنسانية من تقدم في العصور الزراعية الطويلة لم يكن يقدر له أن يحقق مزيدا من النجاح الجوهري لولا أن تمكن الإنسان من اختراع وابتكار وسائل جديدة للتحكم في مقادير إضافية من الطاقة. وقد تم ذلك نتيجة لاكتشاف مستودعات الفحم والنفط والغاز الطبيعي التي تعرف عموما باسم الوقود الحفري Fossil Fuel ونجاح الإنسان في التحكم في الطاقة الكامنة في هذه الأشكال من الوقود ثم استخدامها لصالحه عن طريق البخار وآلات الاحتراق الداخلي. ولقد أضافت هذه الاكتشافات مقادير هائلة إلى الطاقة المتاحة لبناء الحضارة أو بالأحرى لبدء مرحلة حضارية جديدة تماما، وهذا هو الذي يدفع إلى مقارنة «ثورة الوقود» بالثورة الزراعية. إذ ترتب على كل منهما تحقيق زيادة كبيرة في السكان وحجم الوحدات السياسية، وحجم المدن وتراكم الثروات والنمو السريع في الفنون والعلوم (٤١).

وقد يكون من الصعب علينا هنا أن نتتبع بكل دقة وتفصيل كل أشكال الطاقة وصور التقدم الحضارى والأنماط الثقافية التي صاحبها اكتشاف الإنسان لمصادر جديدة من الطاقة واستغلاله لتلك المصادر والتحكم فيها. ولكننا نستطيع من كل ما قيل حتى الآن أن نبتين أن الإنسان في كل مراحل حياته وتطوره كان يصنع آلاته وأدواته بما يتناسب مع مصادر الطاقة المتاحة له. فالأدوات والأسلحة البسيطة الساذجة التي كان يستخدمها جامعو الطعام، والصيادون الأوائل تتناسب تماما مع مصدر الطاقة الطبيعية الوحيد الذي كان متاحا لهم، ونعني بذلك الطاقة الكامنة في الجسم البشري أو الكائن العضوى نفسه على ما ذكرنا. وحين اكتشف الإنسان طاقة الحيوانات وعرف كيف يتحكم فيها استخدمها في الزراعة وصنع المحراث الذي تجره الحيوانات وامكنه بذلك أن يزرع مساحات أكبر من الأرض لم يكن في استطاعته أن يزرعها باستخدام مصا الحفر مثلا، وأدى ذلك بدوره إلى توسيع دائرة الطعام، بل ووفرة الغذاء بكميات كبيرة، مما ساعد على

قيام تجمعات بشرية اكبر واكثر استقرارا . . . بل ان استغلال مصادر الطاقة غير البشرية - سواء اكانت طاقة الحيوانات او طاقة بعض القوى الطبيعية كالرياح والماء - وما ترتب عليه من زيادة كبيرة في انتاج الطعام ساعد بشكل مباشر على انصراف بعض افراد المجتمع الى الاشتغال بأعمال وأنشطة أخرى غير انتاج الطعام ، وهذا معناه ان استغلال تلك القوى ساعد على ظهور التخصص وتقسيم العمل ، وما ارتبط بذلك من التفاوت بين الجماعات وتشعب العلاقات الاجتماعية بين أعداد متزايدة من الناس ، ثم تنوع الحاجات والمطالب وزيادة التكافل الاجتماعي . وليس من شك في أن كل هذا التعقد كان يتطلب بالضرورة وجود وقيام نوع من التنسيق والضبط والتحكم والتوجيه ، مما استلزم في آخر الامر وجود هيئة مركزية تتولى مثل هذه العمليات .

والواقع ان هذا ينطبق على المراحل الاكثر تقدما وتطورا منه على المراحل الدنيا من التطور الحضارى والثقافى ، بل انه يتمثل في اوضح صورته في المجتمع الصناعى الحديث ، حيث تبلغ مصادر الطاقة المتاحة درجة عالية من التعقد والتنوع تقابلها درجة مماثلة من تعقد وكفاءة الاساليب التكنولوجية ، والآلات والادوات التى تستلزم وجود درجة عالية من التخصص والتنوع في العمل وأوجه النشاط وتعقد الحياة الاجتماعية وتشابكها. بل الاكثر من ذلك اننا نجد في المصنع الحديث بالذات عددا قليلا نسبيا من الافراد يقومون بتشغيل آلات معقدة تستنفد كميات هائلة من الطاقة لانتاج قدر كبير من السلع التى يحدد نوعيتها ( بل وكميتها ايضا ) مجموعة اقل من الرجال الذين يتولون امور التخطيط والإدارة والإشراف على الانتاج . بل ان اختيارات وقرارات هؤلاء الافراد القلائل تؤثر تأثيرا مباشرا في حياة عشرات ومئات الآلاف من المستهلكين . ولم يكن هذا ليتيسر لهم لولا الطاقة الهائلة التى يستغلونها في تشغيل تلك الآلات المعقدة التى تنتج السلع ، والتى تعتمد اعتمادا مباشرا على طاقة الوقود الحفري باتواعه وأشكاله المختلفة . والواقع ان التصنيع ذاته لم يكن يفدر له ان يقوم ويحقق هذه الدرجة من التقدم والتشعب والتنوع لولا استخدام تلك الطاقة المركزة (٢٢) . والمعروف ان الفحم والنفط والغاز ، وهى مصادر الطاقة التى تساعد على قيام الصناعة الحديثة ترجع الى ما لا يقل عن مائتى مليون سنة ، وان الطاقة التى تحملها هى في الحقيقة طاقة الشمس التى تركزت في المادة العضوية عن طريق عمليات التمثيل الضوئى في النباتات الخضراء . وهذا معناه ان الانسان حين يستخدم هذه الانواع من الوقود الحفري فانه يستخدم في حقيقة الامر الطاقة الشمسية ، ويعتمد على نشاط النباتات في تركيز هذه الطاقة في صورة يستطيع الانسان ان يستخدمها . وعلى أى حال فان اكتشاف الوقود الحفري فتح ابواب الابتكار على مصراعها امام المهندسين والمخترعين الذين يمكنهم استغلال الطاقة في تنفيذ أشد المشروعات تعقدا وضخامة في وقت قصير نسبيا ، اذا قرن ذلك بالمجهود والوقت اللذين كان يمكن بذلهما لو ان الطاقة البشرية او الحيوانية هى التى كانت تستخدم في تنفيذ مثل تلك المشروعات الهندسية الجبارة . والمهم هنا هو ان الانسان الحديث عرف عن طريق التقدم العلمى كيف يحول الطاقة الكامنة في الوقود الحفري الى طاقة كيميائية وكهربائية ، بل انه عرف كيف يتكر الاساليب لتوليد الكهرباء ، واستغل في ذلك قوى الطبيعة التقليدية ، اعنى قوة الرياح والماء ، واستخدم ذلك كله في الانتاج وفي العمل على تطوير المجتمع الانسانى والوصول به الى مستويات عالية من

التقدم الحضارى والسيطرة على البيئة الطبيعية ذاتها التى يعيش فيها . فالإنسان الحديث لم يعد يقنع بأن يحيا فى تلك البيئة الطبيعية ، أو حتى أن يحيا حياة هائلة ، وإنما هو « يأخذ الدنيا بين يديه » على ما يقول واطسون (٤٣) ، ويشكلها كيفما شاء وحسب رغباته ، وينتج أشياء لا تستطيع الطبيعة ذاتها أن تنتجها ، وهى أشياء يصنعها لكى يشبع حاجاته المختلفة ، وأن كان هذا فى الوقت ذاته يؤدى الى خلق حاجات ورغبات ومطالب جديدة يعمل على اشباعها من جديد . وهكذا نجد أن الإنسان بعد أن يتمكن من صنع كل تلك الأشياء لتكون فى خدمته لا يلبث أن يصبح هو نفسه عبدا لتلك الأشياء التى تتحكم فى حياته الى حد كبير .

ومع كل هذا التقدم المرتبط بالطاقة فالظواهره لا تزال هناك مجالات أخرى جديدة سوف يرتادها الإنسان فى المستقبل ، ويحقق فيها مستويات من الحضارة أعلى بكثير من كل ما أمكنه الوصول اليه حتى الآن . . . وذلك أن الإنسان الحديث اكتشف مصادر الطاقة الذرية وبدأ يخضعها ويتحكم فيها ويسخرها لصالحه ، ويبدوانه سوف يفلح فى الوصول بالحضارة الحديثة الى آفاق لا يتصورها العقل فى الوقت الراهن على الاقل ، وأن التحكم فى تلك الطاقة الجبارة سوف يضع أمام الإنسان امكانيات هائلة للتقدم فى مختلف المجالات . بل انه قد يستطيع عن طريق استخدام تلك الطاقة أن يعيد تشكيل هذا العالم والبيئة التى يعيش فيها على نطاق واسع ، بل وقد يغير حياته هو نفسه كلية ، خاصة وأن النشاط الإشعاعى يؤثر تأثيرا مباشرا على « الجينات » أو حاملات الوراثة . وقد يستطيع أن يستفيد من هذه التأثيرات فى الوصول الى نتائج مرسومة ومدرسة حول الإنسان نفسه وحياته ومصيره .

وعلى الرغم من كل هذا فإنه لا يمكن الزعم بأن التطور أو التقدم الثقافى والحضارى المرتبط باكتشاف مصادر جديدة للطاقة كانت كل نتائجها خيرا على الإنسان . فلقصة الطاقة والحضارة وجه آخر غير مشرق تماما . ذلك أن الاعتماد على الوقود الحفري فى مختلف اشكاله للاستفادة من الطاقة الكامنة فيه يعنى زيادة الفئار والكربون وثانى أوكسيد الكربون وكثيرا من التركيبات الكيميائية الأخرى التى تعمل على تلويث الهواء والبيئة بل والماء الذى نشربه حيث تلقى المصانع فضلاتها وبقاياها ونفاياتها . ثم أن إطلاق الطاقة الذرية رغم كل ما يمكن أن يقدمه من خير للإنسان والحضارة يحمل بين ثناياه امكانية تدمير تلك الحضارة وفناء العالم كله . فالطاقة الذرية التى تستخدم فى الصناعة يمكن أيضا أن تستخدم فى الحروب المدمرة ، وفى جميع الاحوال فإن سمة خطرا هائلا يكمن فى النشاط الإشعاعى والفئار الذرى الذى ينتشر فى الجو حول العالم كله ، وقد يصل الى درجة تهدد ليس فقط حياة الإنسان بل وكل حياة على هذه الأرض .

وعاية حال فإن ثمة سؤالاً يتردد بالضرورة على ذهن وهو : ما المصير ؟

إن مصادر الطاقة الكامنة فى شكل وقود حفري تستهلك بمعدلات متزايدة ، ولابد من أن تنضب يوما ما ، كما أن كمية المواد القابلة للانفطار محدودة فى هذا العالم ، شأنها فى ذلك شأن كل المواد الخام الأخرى . فهل ياترى يعود الإنسان مرة أخرى الى أسلوب حياته البسيطة

الساذجة حين كان يعتمد على الزراعة مستخدماً الطاقة البشرية والحيوانية وما أشبه ؟ هذا أمر يصعب تصوّره ... فمع أن الكثيرين من علماء الحضارة لا يستبعدون حدوث التكتسبات الحضارية ، وأن البعض الآخر يتصورون سير الحضارة على شكل دورات تتراوح بين التقدم والتراجع والتدهور ، فليس من شك في أن التقدم هو سنة الحياة الانسانية والمجتمع والحضارة . وقد تنضب مصادر الطاقة من الوقود الحفري والمواد القابلة للاشتعال ، ولكن يبدو أنه سوف يظل هناك المصدر الاساسى الذى يزداد الالتفات اليه الآن وهو الشمس . فالإغلب أن الاعتماد على الشمس كمصدر للطاقة سوف يزداد في المستقبل ، وأنه هو المصدر الوحيد الذى لا يحتمل أن ينضب أو يستهلك تماماً ويفنى . ويزيد من أهميته أنه ليست له أية آثار اشعاعية أو تهديد بتلوث البيئة ، وبذلك يبدو أن الانسان سوف يعود مرة أخرى الى احضان الطبيعة والى مصدر الحياة ذاتها لكى يقيم عليها حياته وحضارته في المستقبل .

ولكن حتى يأتى ذلك اليوم فالظاهر أن أسلوب الحياة في المجتمع الصناعى سوف يظل قائماً مادامت هناك مصادر للوقود الحفري وللطاقة الذرية ، ومادامت هناك المواد الخام التى تستخدم تلك الطاقة في تصنيعها . ولابد للانسان من أن يتحمل الآثار السيئة الضارة المرتبطة باستخدام مصادر الطاقة المتاحة في الوقت الحالى الى جانب ما يفيد من خير لا شك فيه . ويبدو أن الانسان نفسه يجد - على حد قول تيرنر Turner كثيراً من المتعة في هذا النشاط الصناعى رغم كل ما به من اضرار ومناعب وارهاق مادام يشبع حاجاته ومطالبه المتزايدة ، وهو ما يعبر عنه شاعر التاج روبرت بريدجز Robert Bridges في قصيدته من « عهد الجمال » حيث يقول :

« حينما اُخذت الى حجرة الآلات يوما في صباى  
في السورث الصاخبة لمصنع عظيم  
وقفت وجهها لوجه مع القوة الدافعة الهائلة  
الجائمة في ردهة سفلى  
والتي جعلت كل الطوابق ترتجف  
الف نول تختلج ، ودواليب غزل ترقص  
شعرت في نفسى برابطة نسب وحنان  
نفس الشعور الذى يخالج الاطفال  
نحو الفيضان التى يعشقونها (٤٤) .

★ ★ ★

### اهم المراجع

- Asimov, I. ; Life and Energy, Doubleday & G. ; N.Y. 1962.  
; 20th Century Discovery : The Structure of Life, Transworld, N.Y. 1969.
- Cipolla, Carlo M. ; The Economic History of World Population, Pelican, London 1967.
- Frisch, O.R. ; Atomic Physics Today, Fawcett World Library, 1965.
- Lee, R.B. & De Vore, I., (Eds) : Man the Hunter, Oldine, N.Y. 1969.
- Odum, H. T. ; Environment, Power and Society, Wiley, N.Y. 1971.
- Palmer, P.C. ; Energy in the Future, Van Nostrand Cr., N.Y. 1953.
- Rappoport, R.A. ; Pigs for the Ancestors : Rituals in the Ecology of a New Guinea People, Yale 1968.
- Richards, D. A. ; The Flame of Discovery, O.U.P. 1964.
- Singer, C. et al. (eds) ; A History of Technology, O.U.P. 1954-8.
- Thirring, Hans ; Energy for Man : Windmills to Nuclear Power, Indiana, U.P. 1958
- Ubbelohde, A.R. ; Man and Energy, Hutchinson, London 1954.
- Watson, R.A. & Watson, Patty Jo ; Man and Nature : An Anthropological Essay in Human Ecology, Harcourt, Brace & World, N.Y. 1969.
- White, Leslie A. ; The Science of Culture : A Study of Man and Civilization, Farrar, Straus & Cudaly, N.Y. 1949.
- ; The Evolution of Culture, McGraw-Hill, N.Y. 1959.
- Wilson, Mitchell, Energy ; Time-Life International, 1969.



## التفكير الإبداعي والمجتمع الحديث

عبد الحليم محمود السيد \*

### ١ - أهمية الإبداع في المجتمع الحديث :

دراسة وتنمية من أبرز خصائص العصر الحالي  
المميزة لروحته ، عصر الفضاء الذي يتحدد  
المخيلة .

لقد أصبح الاهتمام الشديد بالإبداع (\*\*)

\* الأستاذ عبد الحليم محمود السيد باحث بالمرکز القومي للبحوث الاجتماعية والجنائية بالقاهرة وله دراسات في الإبداع  
والشخصية .

(\*) يتفق معظم المفكرين على أن الإبداع (Creation) هو إنتاج شيء ما على أن يكون جديداً في صياغته ، وأن كانت  
مناصره موجودة من قبل ، كإبداع عمل من الأعمال العلمية أو الفنية أو الأدبية . والاختراع (invention) ليس إلا أحد  
جوانب الإبداع ، وهو عبارة عن إنتاج مركب جديد من الأفكار ، أو هو بوجه خاص ادماج جديد لوسائل من أجل غاية معينة ،  
وهو بهذا عكس الاكتشاف (discovery) الذي لا يطلق إلا على اكتساب معرفة جديدة بأشياء كان لها وجود من قبل ،  
سواء كان هذا الوجود مادياً أو كان نتيجة تترب بالضرورة على معلومات سبق وجودها (La lande, A., 1951, P. 545)

ولقد يتفرّد بعض المفكرين بوجهة نظر خاصة في تعريف الإبداع فمثلاً ، يرى برودنوفسكى (Bronowski, J., 1958)  
أن الشخص يصحح مبدعاً - فناناً كان أو عالماً عندما يجد الوحدة في تنوع الطبيعة ، أو في أشياء لم يكن يظن من قبله  
ولا يتوقع أن تكون بينها وحدة . ويؤكد أن « الإبداع » في كل من الفن والعلم يرتبط ارتباطاً وثيقاً بشخصية المبدع ، وحتى



الكريمة . وكل ما يترتب على هذا التفجير السكانى من مشكلات يستلزم بحثا دائما عن حلول أصيلة تحقق توافقا في مجال العلاقات السياسية الدولية والمشكلات الاجتماعية والاقتصادية المترتبة على زيادة السكان .

ان كلا من المجتمعات المتقدمة والأخذة في سبيل النمو في حاجة ماسة في العصر الحديث الى إيجاد حلول مبتكرة لأنشاء نظم اقتصادية تمكنها من توفير العمالة اللازمة لابنائها والأجور الملائمة ، بطريقة لا تعيق التجديد والاستعانة بأدوات التكنولوجيا الحديثة للاستفادة من امكانياتها من ناحية ، وتستشير القدرات الانسانية الخلاقة من ناحية أخرى .

وتدفع الى بعض أنواع النشاط الإبداعي في المجتمع الحديث محاولات القضاء على «الملل» ، سواء ذلك الملل الذي يعقب الحروب الكبرى ، او ذلك الملل الذي يعد أحد امراض الصناعة الحديثة، حيث لم يعد العمل يتطلب - في معظم الأحيان - اتخاذ القرارات أو التفكير البناء ، بعد أن أصبحت الآلات الحديثة تقوم بعمليات فكرية كثيرة كان الإنسان من قبل يقوم بها ،

ولاشك أن عوامل كثيرة تدفع الى هذا الاهتمام البالغ بالابداع وتدعمه . فلا يمكن أن نفشل في هذا الصدد الكفاح الرهيب على وجه الأرض الذي استلزم الجانب العسكى منه رفع معدلات الاختراع لتنمية أسلحة مبتكرة ، واستراتيجيات جديدة ، خاصة وان حالة جمود الحركة (١) في نطاق الاستعدادات الحربية ، أو تعادل آثار الأسلحة والوسائل المادية للصراع ، جعلت الصراعات في أساسها تجرى بين العقول المبدعة ، بحيث أصبحت نتائج الصراع مرهونة بمقدار ابداع العقول لدى القوى المتقابلة ، مما جعل العلماء يواجهون تحديات في الجبهات العقلية، العلمية والثقافية، وكذلك الجبهات الاقتصادية والسياسية . بل ان الحرب الباردة أصبحت تتطلب أسلحة دفاعية جديدة وبمعدلات سريعة .

يضاف الى هذا أن وجودنا في عالم يتفجر سكانا يتنافسون أكثر من أى وقت مضى على مصادر ثرواته ، بكل ما يخلقه هذا التنافس من مشكلات سياسية دولية ومشكلات اجتماعية داخل عدد كبير من البلاد لدى فئات اجتماعية مريضة محرومة من مقومات الحياة



إبداع النظرية العلمية يرتبط أساسا بقدرة أحد العلماء على تخيل علاقات تتجاوز الواقع ، بحيث أن هذا العالم يتوصل الى نظريته نتيجة لفرسته على الاختيار من بين البدائل المتعددة المتيسرة لكل الأشخاص . ويرى أن ارتباط الإبداع بشخصية المبدع بغير ارتباطه بالزهد ، في كل من الفن والعلم ، بالظروف المكانية والزمانية التي لا تغمر فيها شخصيات الفنانين والعلماء .

لا أن برونوفسكى يذهب الى التمييز بين الانكشاف والاختراع من جهة وبين الإبداع الفنى ، من جهة أخرى ، لانه يرى أن « اكتشاف » الأشياء كانت موجودة من قبل - مثل اكتشاف كريستوفر كولومبوس لجزر الهند الغربية ، و «اختراع » أشياء تعتمد على ادماج مجموعة من المبادئ التي سبق التوصل اليها مثل اختراع « جراهام بل » للتليفون ، كل منهما يختلف - في رايه - عن الإبداع ، الذى يرتبط بشخص المبدع ، كارتباط « عليل » بشكسبير ، فرغم أن الدراما كانت ستوجد في العصر الإليزابيثى ، حتى اذا لم يوجد شكسبير ، فانه لم يكن من الممكن لأحد غير شكسبير - رغم اعتماده على الروايتين السابقتين عليه - أن يكتب « عليل » . ورغم أن كل عنصر من عناصر « عليل » قد تناوله شعراء آخرون ، فان ادماج شكسبير لهذه العناصر يجعلنا أذاعقل شكسبير بالذات .

ولسوف نرى أن الاعتقاد الذى ساد بين ذوى النزعات الأدبية والشاعرية والفلسفية بتفرد العمل الإبداعي ( سواء كان ملاما فنيا فقط أو فنيا وعلميا معا ) وكذلك بتفرد شخصيات المبدعين ذوى المراتج المرتفعة جدا غير القدرة الإبداعية ، هذا الاعتقاد منع أصحابه من ادراكه درجات متعددة ، ومظاهر مختلفة للقدرة على الإبداع .



لهذا فقد شعر عدد كبير من المؤسسات الصناعية الكبرى بالبلاد المتقدمة ، التي يعمل بها كثير من الباحثين العلماء والمهندسين من أجل تطوير إنتاجها ، بأهمية الإبداع ، وعقدت لهذا الغرض العديد من الاجتماعات والندوات دار الكلام في معظمها حول التساؤل عن الأسباب التي تجعل الخريجين من نفس الجامعات والمعاهد العلمية ، وذوى الدرجات التحصيلية المرتفعة والحاصلين على توصيات الأساندة وشهاداتهم بالجودة والنمو ، يختلفون اختلافا عظيما فيما بينهم من حيث درجة إنتاجهم للأفكار الجديدة ، مع أن الجميع يعترف بالقيمة الاقتصادية الكبيرة للأفكار الجديدة الأصلية .

ولا يخفى أن الحكومات في معظم الدول تضم عددا كبيرا من الموظفين ذوى المهن العلمية والعنية العليا ، مما يتطلب أساليب علمية لاكتشاف ذوى الامكانيات في الابتكار العلمى وتنميتهم ورعايتهم .

ومعظم الشكوى - في البلاد التى تحرص على تنمية مواهبها الإبداعية - أن خريجي الجامعات يمكنهم أن يقوموا بالعمل الذى يتضمن اساليباً سبق لهم أن تعلموها ، ويشعرون بالضيق وبالضياع عندما يدعون الى حل مشكلات تتطلب طرقاً واساليباً جديدة لم يسبق لهم أن تعلموها<sup>١</sup> (Guilford, J. P. 1950) هذا في نفس الوقت الذى أصبح فيه مؤكداً ان الأعمال الإبداعية لها تأثيرها الكبير ليس على التقدم العلمى فحسب ، وإنما على المجتمع بأسره ، لهذا فان المجتمعات التى تعلمت كيف تبلبل جهدا في اكتشاف الأفراد الذين تبدو لديهم بوادر القدرة على الإبداع ، من أجل تنمية هذه القدرة لديهم وتشجيعهم بقلب أن تتقدم هذه المجتمعات وتتخذ موقعا حضاريا ممتازا .

ومهما كان عدد الأفراد المبدعين الذين يبرزون ضئيلا ، فان ثلاثة أو أربعة من العقول ذات القدرة الفائقة على الإبداع يمكن أن تحقق

أو الملل الناسء عن وقت الفراغ المتزايد في عدد كبير من الدول المتقدمة نتيجة استخدام الأساليب التكنولوجية الحديثة في الإنتاج وتخفيض ساعات العمل ، مما يدفع الى محاولات لتوجيه النشاط الى مسالك للجهد الإبداعى يتلوف فيها الأفراد طعم المكافأة على العمل الحلاق ( Guilford, J. P., 1959 )

**ولم يعد مستقبل الأمم الآن - في عصر العلم والتكنولوجيا الحديثة - ، يعتمد على مجرد عدد القوى العاملة بها ، بل أصبح عليها أن تكافح من أجل ايجاد نوع ممتاز من العاملين ، وبخاصة الأفراد المبدعين من أجل مواجهة مشكلاتها الحيوية ، لأن الاعتماد على مجرد عدد العاملين ومقدار التسهيلات المادية ، أصبح باهظ التكاليف ، بل انه كثيرا ما ينبت عدم كفاءته واضاعته للجهد . لهذا لم تعد الصناعة الحديثة بحاجة الى مجرد زيادة عدد العاملين ، بل انها بحاجة الى زيادة عدد العلماء والمهندسين المبدعين .**

وكما ان مجرد عدد العاملين وحدهم ليس هو العنصر الحاسم في تقدم الأمم ، فان مجرد الحصول على الأدوات الحديثة لا يخلق العلماء .

وقد لاحظ بعض العلماء بحق أنه كلما زادت قدرة العالم قلت حاجته الى تسهيلات وأدوات لحل المشكلات ذات المستوى المحدد من الصعوبة ، وكلما قلت قدرته زادت حاجته الى تسهيلات وأدوات .

إلا انه عندما تنخفض قدرة العالم عن حد معين فان الأدوات التى بين يديه - مهما كان مستوى تقدمها - لن تمكنه وحدها من حل مشكلاته . وهذا يعنى أننا دائما بحاجة الى افراد مبدعين ، لأن اتجازاتهم تتسم بجودة أكثر وتكاليف أقل (Taylor, C.W., 1964, P. 3 — 4.)

وتضع هذه الزيادة الكبيرة في عدد البحوث والمقالات والكتب التي ننشر عن الإبداع إذا علمنا أن جملة ما نشر عن الإبداع والموضوعات المتصلة به ( التخيل - الإصالة - التفكير ) في فترة حوالي ربع قرن - منذ صدور مجلة المخصصات السيكولوجية عام ١٩٢٧ حتى عام ١٩٥٠ - لم يتعد ١٨٦ بحاً أو مقالا أو كتاباً ، ومنذ انتصاف القرن العشرين وعدد البحوث في تزايد حتى أن ما ينشر الآن - في أوائل السبعينات - في عام واحد يكاد يقارب في عدده ما نشر في ربع قرن قبل عام ١٩٥٠ !! هذا عدا التقدم العظيم من حيث الصياغة العلمية لفروض البحوث ، وتطويع جوانب الإبداع للمنهج العلمي دون تشويهها ، وتقدم أساليب البحث وملاصمتها للظواهر التي ندرسها ، وتراكم النتائج بطريقة تثرى حصيلة الإنسانية بالمعرفة العلمية بجوانب الإبداع وظروف تنميته .

وجدير بالذكر أن بعض دراسات أكاديمية لها قيمتها العلمية تمت في مصر - والبعض الآخر مازال يجري معظمه تحت إشراف الأستاذ الدكتور مصطفى سسوف ، وقد أمكن نشر هذه الدراسات على نطاق عالمي . ومثل هذه الدراسات من شأنها أن تفتح الطريق إلى تطبيقات خصبه في المجتمع العربي إذا خلصت النوايا (❖) .

وتستخدم جميع وسائل النشر المتاحة في نشر نتائج دراسات الإبداع ، أو إمكانيات تطبيقها في الحياة العملية في عدد كبير من الدول . فهناك المجلات العلمية المتخصصة في علم النفس بوجه عام ، كما ظهرت عام ١٩٦٧

فروقا حاسمة بين بلد وآخر . وفي تاريخ التقدم الإنساني بوجه عام ، فإن أحد العلماء والمهندسين قد يكتشف بعض المبادئ أو يطور إحدى العمليات مما يؤدي إلى ثورة صناعية ، بينما يقوم مئات آخرون من المهندسين والفنيين - المساوين له في التحصيل العلمي - باداء أعمالهم التي يكلفون بها بطريقة روتينية . وهذا يبرر الاهتمام بالمبدعين وأن بدا عددهم ضئيلاً .

وتبرز أهمية الجهود التي تبذل في اكتشاف الأفراد المبدعين ورعايتهم إذا علمنا أن كثيرا من الوسائل الحديثة للانتقال والاتصال والانتاج يمكن ارجاعها إلى عدد قليل من الأفراد المبدعين .

• • •

## ٢ - مظاهر الاهتمام الحديث بالدراسات

### العلمية للتفكير الإبداعي :

يتزايد اهتمام المجتمعات الحديثة بالإبداع عاما بعد عام ، بعد أن وضع أن القدرة على الإبداع هي أساس التقدم في أي مجال من مجالات النشاط الإنساني في المجتمع الحديث ، لهذا فإننا نلاحظ اهتماما كبيرا ببحوث الإبداع الأساسية النظرية والتطبيقية ، ويتمثل هذا الاهتمام في تزايد عدد البحوث التي تقوم بها الهيئات والأفراد في مختلف البلاد أملا في مغايم بعيدة المدى ، استثماراً لأموال وقوى بشرية بسيطة تتركز في محاولة القاء الضوء على القدرات الإبداعية واكتشاف المبدعين في مراحل مبكرة على أساس أنهم ثروة قومية بل وإنسانية عظيمة .

(❖) وقد كانت هذه الدراسات أساسا لمحاولة تطبيق نتائج بحوث الإبداع في مصر لتحسين طرق اختيار طلبة المعاهد الفنية العلمية التابعة لوزارة الثقافة - لكن هذه المحاولة الرائدة توقفت - رغم محاولات الغالبين بها توضيح أسسها ( سسوف ١٩٧٠ ) ، لأنها كانت فيما يبدو أسبق من أن يتمثل أهميتها ودلائلها معلمي الذين أحاطوا بها ، من تجاربهم أو قلوبهم ، لعدم تفهمهم لأسسها وما يمكن أن تجنيه من ثمار ، أو لجد أنها بدعة جديدة .

هذا في حين أن نفس هذه الدراسات هي التي دفعت بعض الجامعات ومراكز البحوث بالسويد وألمانيا الغربية إلى الإفادة من خبرة المشرف عليها عن طريق دعوته لتولي الإشراف على عدد من البحوث العلمية والتطبيقية بها .

التخصصات في تناوله ، فاهتم البعض أساسا بدراسة القدرات الإبداعية لدى الراشدين ، ومن أبرز هؤلاء « جيلفورد » وتلامذته بجامعة جنوب كاليفورنيا .

واهتم البعض الآخر بالإبداع العلمي والمحكات السيكلوجية والاجتماعية للتنبؤ به لدى الافراد وأهم هؤلاء الباحثين « كالفن تيلور » بجامعة يوتا واهتم معهد تقدير الشخصية وبحوثها - بجامعة كاليفورنيا - بالفروق الفردية والخصال التي تميز مجموعات النابغين من المهندسين المعماريين والعلماء والادباء وعلماء الرياضيات والضباط والجنود عن غير النابغين ، ومن أبرز الباحثين في هذا المعهد : « دونالد ماكينون » ، « وريثشارد كرتشفيلد » و « وفرانك بارون » .

كما اهتم « مركز بحوث كفاءة الجماعة » بجامعة البنوي بالظروف التي تزيد من السلوك الإبداعي لدى أعضاء الجماعات الصغيرة .

واهتم آخرون بالإبداع لدى المراهقين ، كما فعل جتزلر وباكسون بجامعة شيكاغو . واهتم **بول تورانس** - أستاذ علم النفس التربوي بجامعة مينوسوتا وأخيرا بجامعة جورجيا بجوانب النبوغ ومظاهر السلوك الإبداعي لدى الأطفال ، ابتداء من سن الحضنة حتى التعليم الثانوي ، كما اهتم بنمو القدرات الإبداعية في مراحل العمر المختلفة لدى الأطفال ، ونمط اتجاهات الآباء والمدرسين التي من شأنها إعاقة أو تدعيم التفكير الإبداعي لدى الإنشاء ، وفضلا عن اسهام ( تورانس ) في عدد كبير من مؤتمرات الإبداع ، فقد نظم هو نفسه عددا منها في مينوسوتا ، كما أنشأ أخيرا معهدا لتنمية النبوغ الإبداعي لدى الأطفال بجامعة جورجيا .

واهتم في الفترة الأخيرة عدد من الباحثين بعلاقة الإبداع بمراحل العمر على امتداد مراحل الحياة ، من أجل اكتشاف أكثر

مجلة علمية متخصصة « للسلوك الإبداعي » فقط . ومجلات ونشرات لغير المتخصصين في علم النفس ممن يقومون بتطبيق نتائج دراسة الإبداع وعلى رأسهم المعلمون في مختلف المستويات ، والمديرون .. الخ .

هذا فضلا عن النشرات العلمية المحدودة للمشاركين في المؤتمرات العلمية المتخصصة عن الإبداع ، أو أعضاء البرامج التدريبية أو طلبة الدراسات العليا في علم النفس .

وقد انعكس هذا الاهتمام الكبير في العدد الكبير للمؤتمرات التي خصصت للإبداع ، والتي اهتم بعضها بمناقشة إبعاد التفكير الإبداعي وجوانبه ، وطرق التعرف على المبدعين واكتشافهم في ضوء ما تم إنجازه من بحوث ، كما هو الحال في مؤتمرات جامعة يوتا المتتالية منذ عام ١٩٥٥ . وقد تركزت معظم الجهود في هذه المؤتمرات على تحسين أساليب اكتشاف ورعاية العلماء المبدعين .

واهتمت مؤتمرات أخرى بضم تخصصات ومدارس مختلفة من السيكلوجيين لإبراز جوانب الإبداع من وجهة نظر كل منهم (Anderson, H., 1959)

وعينت المؤتمرات في الفترة الأخيرة بمحاولة وضع نتائج البحوث موضع التطبيق في مجال التربية ، سواء في سن ما قبل المدرسة كما هو الحال في مؤتمر كلية « ماكلاستر للطرق التربوية لتنمية الإبداع في المنزل (Williams, F., 1968) ، ومؤتمرات جامعة مينوسوتا لتنمية المواهب الإبداعية لدى الأطفال .

وقد خصص بعض هذه المؤتمرات لطرق استخدام وسائل التعليم والاتصال في تنمية الإبداع ، وما يمكن استحداثه في هذا الشأن من أساليب ووسائل لتنمية الإبداع . (Taylor, C. W., William, F., 1966)

وقد تشعب الاهتمام بالإبداع وتنوعت مناهج البحث فيه وظهرت أنواع من

المراحل العمرية خصوبة في الانتاجات الابداعية  
(Arasteh, A., 1968)

### وفيما يلي اهم عقبات دراسة الابداع دراسة علمية :

١ - التشكك في القدرة على ادراك كنه « عملية الابداع » ، او طريقة العقل في الابداع ، اما اعتقادا بان العقل لا يستطيع بحكم تكوينه واساليه في الفهم والتحليل ان يصل الى كنه عملية الابداع والاختراع في انبثاقها وعدم قابليتها للقسمة ، وعلى انه يفسد هذه العملية ويشوهها عند محاولة تحليلها لفهمها - كما ذهب الى هذا الفيلسوف الفرنسي « هنري برجسون » (Bergson, H., 1948, P. 165) او اعتقاد بان مجرد محاولة ملاحظة الفرد لنفسه انثناء عملية الابداع من شأنها ان تجعل هذه العملية تنقلص ، وفي هذا يقول الفيلسوف المسلماني ( كانت ) في كتابه الانثروبولوجيا : ان القوى النفسية عندما تعمل فان المرء لا يلاحظ ذاته ، فبالا لاحت الشخص نفسه توقفت هذه القوى !

وقريب من هذا اعتقاد كثير من الفنانين منذ زمن بعيد ان العمل الفني موهبة يمكن فقدانها اذا تحدث الشخص عن اسرارها . ويرجع البعض انواع عدم السواء الذي عرف به الفنانون ، الى قلق الاعتماد على الارواح الملهمة التي قد لا تتلقى اوامر بالابداع ، مما يؤدي الى مخاوف فقدان المقدرة وسرعة الاستشارة واليأس والضيق من الانتظار ، وهوس الانتهاج بالنجاح والقيام بأنواع من الطقوس المتنقطة اللازمة لخلق الظروف المناسبة « لتحضير » ارواح الابداع والالهام . ومن هنا يرى البعض انه لا يبلغ انسان عاقل مرحلة الصديق في النبوة والالهام ، لانه اذا استقبل الكلمة الملهمة فانه اما ان يحجز عقله ويدعه نائما ، او يجن مؤقتا عن طريق اضطراب مزاجه ، لهذا يشير افلاطون في محاوره فيدروس الى انه ليس من قبيل المصادفة ان يشار في اللغة اليونانية الى كل من النبوة والجنون بنفس الكلمة ( maniké ) ويذكر ان جنون الشعراء

وقد انتشر في السنوات الاخيرة الاهتمام بالتربية الابداعية ومن أبرز الجهود في هذا السبيل جهود معهد التربية الابداعية التابع لجامعة ولاية نيويورك ( يوفالو ) الذي يعد مركزا قوميا امريكي للاعلام والتدريب على طرق التدريس التي تساعد على تنمية المهارات الابداعية في التفكير وحل المشكلات بطرق مبتكرة ، وكذلك جهود مركز بحوث تنمية التعليم بجامعة وسكونسن ، حيث توجد برامج خاصة للتربية الابداعية .

هذا بالإضافة الى جهود عدد كبير من الباحثين التجريبيين في اتجاه تنشيط وتنمية التفكير الابداعي بوجه عام ، والتفكير الذي يتسم بالاصالة والجدولة بوجه خاص ، ومن أبرز هؤلاء « ارفن مالتزمان » وزملائه بجامعة كاليفورنيا ( لوس انجيلوس ) وريتشارد كرتشفيلد ومارتن كوفنجنون بجامعة كاليفورنيا ( بركلي ) .



### ٣ - عقبات واجهت الدراسة العلمية للتفكير الابداعي :

على الرغم من شدة الاهتمام الحديث بالدراسة العلمية للتفكير الابداعي فقد واجه هذا النوع من الدراسة عقبات اخرت نموها فترة طويلة من الزمان ، حتى انتصاف القرن العشرين ، حيث كان الباحثون يتجنبون التعرض لدراسة هذا الموضوع ، لانه كان يبدو غير قابل للدراسة وغامضا ويؤدي الى اضطراب التفكير العلمي للخريجين من المدارس و افساده ، مما جعل معظم الدراسات التي أجريت - قبل اهتمام جيلفورد ومعاونيه بالتخطيط الشامل للدراسة القدرات الابداعية عام ١٩٥٠ - دراسات هامشية  
(May Rallo, 1959, P. 55)

الإبداع من ناحية أخرى ، وحسب اختلاف أيقاعات الإبداع لدى الفرد الواحد ، التي تجعل أداء نفس الفرد يختلف اختلافا كبيرا من وقت لآخر .

إلا أن ملاحظة أفعال أقل في درجة براعتها وامتنازها . وملاحظة الفروق بين الأفراد في الاداء الإبداعي ، والخطوات العامة لعملية الإبداع لدى المبدعين في مجالات مختلفة مكنت الباحثين من اقامة محكات موضوعية لدرجة الإبداع لدى الأفراد ، ومن التنبؤ بالاداء الإبداعي قبل حدونه ، ومعرفة المراحل والظروف التي ينشط فيه التفكير الإبداعي وتلك التي يتعثر فيها .

**ج - والتركيز على بحوث التعلم ، على** الرغم من أهميتها ، كان من اسباب اهمال دراسة مشكلات الإبداع . ذلك أن الكثير من بحوث التعلم أجرى على حيوانات دنيا ، حيث لا توجد غالبا علامات الإبداع . وقد واجه أصحاب هذه النظرية صعوبة بالغة في تفسير سلوك الاستبصار (٢) حيث يحدث ادراك مفاجيء ومباشر لحل المشكلة مما يشبه في بعض جوانبه السلوك الإبداعي .

وإذا كان من الصواب أن نقول أن الفعل الإبداعي حالة من حالات التعليم ، لانه يمثل تفيرا في السلوك يرجع الى المنبه والاستجابة فان النظرية الشاملة للتعلم كان ينبغي أن تضع في حسابها كلا من الاستبصار والنشاط الإبداعي .

ويرجع عجز بحوث التعلم عن دراسة جوانب الإبداع الى تأثيرها الكبير بالنظرية السلوكية بصورتها الفجة المبكرة ، حيث كان يتركز الاهتمام بتحديد العلاقة بين منبه صريح واستجابة صريحة ، أي باكتشاف ماذا يفعل الكائن الحي عندما ينبه بطريقة معينة .

مثل جنون الأنبياء تحركه ربات الشعر ويوقظ جنونهم الملمح نزعته الشعرية !

يضاف الى هذا ان انتاجات التفكير الإبداعي - سواء تمثلت في أعمال فنية تثير الدهشة لما تتميز به في بنائها ومعناها وكمالها واتارتها للانفعال ، او تمثلت في قوانين او مبادئ علمية ذات صيغ رياضية - هذه الانتاجات الإبداعية تبدو مختلفة عن انتاجات الحياة اليومية العادية ، وبالتالي اعتقد كثيرون انها لا بد وان تكون ناجمة عن أنواع من التفكير لدى الفنانين او العلماء يختلف عن تفكير بقية الناس ، وصادرة عن عمليات عقلية تختلف تماما عن العمليات العقلية التي تنتج عنها الاعمال العادية .

**على أن امتداد أسلوب التفكير العلمي في العلوم الطبيعية الى علم النفس ، حمل معه** شجاعة النظر بطريقة علمية الى كل أنواع نشاط العقل الانساني ، وامكان دراستها دراسة علمية ، مع اختيار أو ابتكار الأساليب الملائمة لهذه الدراسة . وكما أن القوانين في المجتمع الديمقراطي تطبق على جميع المواطنين بغض النظر عن مستواهم الاجتماعي أو الاقتصادي ، فان قوانين التفكير يمكن أن تنطبق على كل من تفكير المبدعين وتفكير الأشخاص العاديين ، لان تفكير كل منهم لا يختلف عن الآخر الا من حيث درجة خصائص الإبداع فيه .

**ب - وقد حال دون دراسة التفكير الإبداعي** صعوبة اقامة محل عملي للإبداع ، بطريقة تمكن من التنبؤ به وملاحظته . لان الافعال التي لا شك في براعتها نادرة جدا وعارضة حسب ما تقدمه البيئة من فرص من ناحية وحسب الفروق بين الافراد في القدرة على

مطالباً بالتجديد أو التأمل أو الاختراع أو الاتيان بحل طريف ، بل يحتمل أن يصحح الحل - إذا كان طريفاً - على أنه خطأ- (Getzels J. W. & Jackson, Ph.W., 1962, p. 14 )

**أما التفكير الإبداعي فهو في أساسه تفكير افتراضي تغييرى (٦) يتميز ببحث وانطلاق في اتجاهات متعددة ("b")** (Guilford, J. P., 1957) أى يتميز بالتعامل بطريقة مبتكرة طريفة مع الرموز اللغوية والرقمية وعلاقات الزمان والمكان . وهذا النوع من التفكير التغييرى هو ما غفلت عنه اختبارات الذكاء الشائعة ، رغم أن الملاحظة العامة تلح علينا أن نميز بين مجرد المعرفة والاكتشاف ، بين القدرة على التذكر والاسترجاع والقدرة على الابتكار أو الاختراع .

ورغم وجود بعض الارتباطات بين ما تقيسه اختبارات الذكاء وبعض القدرات الإبداعية ، فإن دلائل كثيرة تؤكد الشك في تغطية اختبارات الذكاء لأنواع الامتياز العقلى التى تمثلها القدرات اللازمة للتفكير الإبداعى . وقد دهم هذا الشك أن الدراسات التتبعية التى أجراها **ترمان L. M. Terman** على حوالى ألف طفل من ذوى الدرجة المرتفعة جداً في الذكاء والذين وصلوا الى مرحلة النضج وحققوا تفوقاً تعليمياً ومهنياً وتوافقاً اجتماعياً - لم تثبت لديهم من الدلائل ما يشير الى أنه سيخرج من بينهم امثال داروين أو اديسون أو شكسبير أو جوتة أو تولستوى أو أوجين أو نيل . مع أنهم بلغوا مرحلة العمر التى تعد أكثر المراحل خصوبة وإبداعاً ، إذ كانوا عام ١٩٤٥ قريبين من سن الخامسة والثلاثين .

وبدلاً من أن يرتضى جيلفورد في احضان الياس من أى إمكانية للدراسة الإبداع - كما فعل برجسون - فانه مع إبرازه جوانب القصور بالمناهج المستخدمة في بحوث التعليم - اقترح تناولاً بديلاً ، استخدمه في بحوثه عن الإبداع ، هو تناول الإبداع من خلال التأكيد على مفهوم السمات (٣) التى هى خصائص للأفراد تتصف بالدوام النسبى ويشترك الأفراد في الاتصاف بها ، ولكن بدرجات مختلفة . وعلى الباحث هنا أن يكتشف هذه السمات للإبداع من ناحية ، ثم يحدد درجة كل فرد على كل سمة من ناحية أخرى .

**د - الخلط بين الإبداع والذكاء :** ومن أهم الأسباب التى عاقت نمو دراسات الإبداع توحيد كثير من السيكولوجيين بين مفهومي الإبداع والذكاء . ومن هنا كان استخدام اصطلاح « مبقرى » (٤) الذى نشأ أصلاً لوصف الشخص المتميز بانتاجه الإبداعى لوصف الطفل ذى الذكاء المرتفع جداً . هذا على الرغم من أن نوع التفكير الذى تستثيره معظم اختبارات الذكاء **تفكير التفاضل تقريرى (٥)** تعد فيه نتيجة معينة ، أو اجابة بعينها ، هى الاجابة الوحيدة الصحيحة ، وعلى التفكير أن ينصب في مسار هذه الاجابة وفى اتجاهها ("b") (Guilford, J. P., 1957) وفى كثير من هذه الاختبارات ينبغى على الشخص أن يجيب على متبه له اجابة واحدة صحيحة (مثل : ٢ × ٢ = ؟ ، إذا كان أحمد أطول من على ، ومحمد أطول من أحمد ، فمن يكون أقصر الثلاثة ؟ ) وفى مثل هذه الاختبارات لا يكون الشخص

Traits	( ٣ )
genius	( ٤ )
Convergent Thinking	( ٥ )
Divergent Thinking	( ٦ )

الحقائق ، ولكنه يستطيع استخدامها بطريقة مرنة ومزجها بطرق مبتكرة ، ويكون لديه الدافع لتعلم حقائق جديدة هو الذي يتوقع أن يكون مبدعا ( Stein, M.I., 1962 )

ومن الأمثلة الصارخة على أن مجرد تراكم المعلومات لا يكفي للأداء الإبداعي ما حدث « لباسور » عالم الكيمياء والأحياء المجهري (٧) الفرنسي ( ١٨٢٢ - ١٩١٢ ) بعد أن تمكن من الحصول على سمعة طيبة كباحث ، عندما دعا إلى العمل في مشكلة متصلة بأمراض دودة الحرير ، ولما قام بإجراء مقابلة معه - في البداية - أحد خبراء دودة الحرير ، فوجيء بجهل « باستور » في هذا المجال وأن معلوماته مبدئية . ومع هذا فإن باستور - وليس الخبراء - هو الذي توصل إلى حل مفيد . لأن في مثل هذه الحالات - غالباً - يحتاج الابتكار إلى حد أدنى من المعلومات المتصلة بالموضوع ، مصحوبه بقدر من القدرات العقلية الإبداعية ، ومن الخصال الدافعية ، بدونها لا يمكن للعمل أن يكون إبداعياً (Taylor, C.W., 1964)

ومن هنا تأخرت المعرفة بأبعاد الإبداع عندما خلط الباحثون بينه وبين الذكاء .

وإذا كان قد وضح الآن أن اختبارات الذكاء التقليدية لا تتناول إلا جزءاً محدوداً جداً من الذكاء الإنساني ( Guilford, J. P., 1956 ) فإن هناك من المبررات ما يدعو إلى الارتفاع عن محاولة التفضيل بين أحد اثنين : « إبداع » أو « ذكاء » ، سيما وأن من الممكن تصور القدرات الإبداعية - وكذلك القدرات العقلية التي تقيّمها اختبارات الذكاء التقليدية - على أنها تمثل أجزاء في تنظيم عقلي شامل ، سوف نعرض لأبعاده الأساسية كما تصور هاجيلفورد ، في الفقرة القادمة التي سنتناول القدرات الإبداعية .

• • •

وقد اعترف « تيرمان » عام ١٩٥٤ بأن عدد العلماء النابغين في مجموعته يماثل ما يتوقع ظهوره من عدد عشوائى من الجمهور العام ( Terman, L. M., 1954 ) وإذا كان من المعروف أن **التحصيل المدرسي** يستخدم كمحك لصدق اختبارات الذكاء ، فمن **المنطق** ألا يتطابق **التحصيل مع الابتكار** .

وقد أبدت بحوث **جيلفورد** ومعاونيه وجود قدرات إبداعية مستقلة عن القدرات العقلية التي تقيسها اختبارات الذكاء ، وخاصة بعد ظهور عوامل القدرات الإبداعية - كالإصالة ، والمرونة التلقائية والتكيفية ، والحساسية للمشكلات والطلاقة - مستقلة عن القدرات التي تمثلها اختبارات الذكاء - كالفهم والاستدلال ( Guilford, J. P. et al, 1957, "a", Kettener, N. et al, 1959 )

ولا يعنى هذا عدم أهمية الذكاء للأداء بوجه عام وللأداء الإبداعي بوجه خاص ، إذ لا يتوقع الإبداع مع انخفاض الذكاء الذي يمكن صاحبه من فهم الرموز والأشياء والمواقف ، وتناولها بطريقة معقولة قبل أن يعيد تشكيلها أو تشكيل سلوكه إزاءها بطريقة مبتكرة ( Burt, C., 1962 ) . **فهناك مستوى معيناً من الذكاء لا يقل عن المتوسط يلزم للإبداع** ، أى أنه إذا كان مستوى الذكاء الذى يلزم لإكمال الدراسة بإحدى الكليات يلزم أيضاً للعمل الإبداعي ، فإن توافر هذا المستوى من الذكاء لدى شخص معين لا يعنى أنه سيصبح مبدعاً ، **لأنه ليست العبرة بما نملك من قدرات وإنما بما نعمل بهذا الذى نملكه** . وعلى هذا فإن الشخص الذى يقوم ذكاؤه أساساً على تمثيل عدد من الحقائق المفككة ، أو تحصيل ما يلقنه من معلومات ، لا يتوقع أن يكون مبدعاً ، بينما الشخص الذى يكون لديه قدرة على تمثيل عدد أقل من

## ٤ - القدرات الإبداعية :

ليس الإبداع قدرة واحدة بسيطة ، ولا ينبغي أن يخذعنا استخدام اصطلاح واحد للتعبير عن « الإبداع » فنتوهم أنه يشير الى شيء واحد ، اذ لا يوجد شخصان مبدعان بنفس الطريقة ، فبالإضافة الى الفروق في درجة ما لدى الأفراد في كل عامل من عوامل الإبداع - في المجال الواحد - مجالات النشاط - توجد فروق كبيرة في نوع النشاط الذي تتجلى فيه القدرات الإبداعية .

لذا ، نلاحظ مع « سيريل برت » أنواعا من العبقرية - او الدرجة الفائقة في الإبداع - تختلف باختلاف المجالات التي يتجلى فيها السلوك الإبداعي ، والقدرات اللازمة للإبداع في كل من هذه المجالات ، وطبيعة العملية الإبداعية والمؤثرات الداخلية والخارجية فيها ، والسمات الشخصية والعوامل الدافعة الى الإبداع ، والسياق الاجتماعي الذي يحيط بالإنتاج الإبداعي .

ولهذا نجد ان إبداع **العبقرية العلمية** لدى نيوتن وفراداي أو ابن الهيثم وجابر بن حيان ، يختلف عن إبداع **العبقرية الفنية** لدى ميخائيل أنجلو وبيتهوفن ، بل انه لتختلف طرق التناول الإبداعي التي تعالج بها الموضوعات المختلفة في المجال الواحد من النشاط الإبداعي ، فالخصوصية القصصية ذات السمات الاجتماعية لدى « دكتور Ch. Dickens » أو **يجيب محفوظ** تختلف عن خصوصية كل من « تالكيري W. M. Thayer » و « **جورج اليوت** G. Eliot » و « **أوبو حديد وباتشر** » التي تتخذ من التاريخ مصدرا أساسيا للأحداث والأبطال . كما ان أصالة « **براوننج** R. Browning » ( أو **أبي العلاء** في الشعر

الفلسفي تختلف عن أصالة شعراء القصور مثل « **تيسون A. Tennyson** » و **شوقي** ، أو « **بلاك W. Blake** » و **عمر الخيام** ، وإبداع « **رودان Rodin** » المثال الفرنسي ذي النزعة الواقعية ذات الفعالية يختلف عن إبداع الفنانين التشكيليين السرياليين . بل انه ليلاحظ أن الأعمال الإبداعية - علمية كانت أو فنية - التي تصدر عن فرد مبدع في ظروف معينة ، قد تختلف كثيرا ، في جوانب الإبداع الأساسية ، عن أعمال أخرى صدرت من نفس الشخص في ظروف أخرى ، ومثال ذلك ما نلاحظه من أوجه الاختلاف بين **ثلاثية نجيب محفوظ** وبين **بعض قصصه الأخيرة كالشحات واللص والكلاب** .

وقد أثبتت الدراسات السيكلوجية - التي تعتمد على المنهج الإحصائي المسمى بالتحليل العاملي (\*) - وجود عدد كبير من القدرات التي تسهم في الأداء الإبداعي ، مع ملاحظة أن القاعدة ، وليس الاستثناء ، أن يكون لدى الشخص المبدع قدرات إبداعية مرتفعة وقدرات أخرى منخفضة ، أما الشخص الذي تكون قدراته الإبداعية جميعها ، تقريبا ، مرتفعة - مثل **ليونارد دافنشي** ، و **ابن سينا** - انما يمثل استثناء نادرا .

والقدرات الإبداعية هي القدرات العقلية التي يلزم توافرها للأشخاص حتى يقوموا بأنواع السلوك الإبداعي .

ورغم أن عددا من الباحثين ظل - وما زال - يعتقد أن دراسة الإبداع لا تصلح إلا بعد أن يكون قد تحقق فعلا ، ووجد تعبرا عنه في انتاجات محددة - كمنافسة أو براهين رياضية أو أشعار أو قصص ... الخ .

(\*) التحليل العاملي (Factor Analysis) منهج إحصائي ، يمكن بواسطته وصف البيانات ، وهي هنا الاختبارات السيكلوجية ، مع إبراز الفئات أو المكونات الرئيسية التي تصنف اليها . كما يمكن من خلال ، التحقق من بعض الفروض المتعلقة بعلاقة الإخبارات ببعضها ، أو علاقتها بمكونات سيكلوجية مفترضة ، وقد يثبت التحليل العاملي صحة هذه الفروض أو بطلانها .



**ج - مظهر نقدي أو تقويمي :** يتجلى في نظر الفرد فيما يتم إنتاجه - سواء كان هو المنتج أو غيره - واعطاؤه قيمة معينة ، بناء على محكات في ذهن الشخص المبدع .

وهذه المظاهر لا تمثل مراحل متعاقبة إذ انها تتفاعل وتتداخل خلال عملية الإبداع . فمثلا الحساسية للمشكلات قد تكون بداية لإنتاج إبداعي ، كما ان لها أهميتها في تقويم الشخص المبدع لإنتاجه الإبداعي .

والآن نتناول بقدر من التفصيل - القدرات التي تساعد على الإبداع في مختلف المجالات ، والتي تتوفر لدى معظم الناس بدرجات متفاوتة :

#### ١ - الحساسية للمشكلات (٨) :

تبدو هذه القدرة في كل مظاهر السلوك التي تصدر عن الفرد وتنبئ بأنه يشعر بأن الموقف الذي يواجهه ينطوي على مشكلة أو عدد معين من المشكلات يحتاج الى حل ، أو ان هذا الموقف ليس موقفا مستقرا بل يحتاج الى أحداث تغيير فيه لأنه يشتمل على مشكلة تحتاج الى حل . وهذه المشكلات تأخذ اشكالا مختلفة في المواقف المختلفة : فقد تأخذ طابع الدوق الفني التشكيلي : قد ادخل حجرة فأدرك فوراً انها تنطوي على مشكلة من ناحية التلوين إذ ان لون الجدران غير مناسب للون السقف أو للون الأثاث وبالتالي اشعر بالحاجة الى أحداث تغيير في هذه العلاقة اللونية . وقد ادخل معرضاً فأجد صورتين متقاربتين فأشعر بأن العلاقة بينهما كانت تقتضي ان تكون كل منهما على بعدة من الأخرى وليس على مقربة منها ، وهنا يشير لدى الاحساس بالمشكلة دافعا الى التغيير .

وقد تتمثل المشكلة في نوع من التعبير الأدبي أو الشعري أو التصويري أو الانفعالي ، أو

الا انه ابتداء من اعلان جيلفورد عام ١٩٥٠ في خطاب رئاسته لجمعية علم النفس الأمريكية عن مشروعه لدراسة القدرات الإبداعية دراسة منظمة وشاملة للكشف عن السمات التي تظهر في السلوك الإبداعي لدى العلماء عندما يقومون بالاختراع والتصميم والانشاء والتخطيط ، يتزايد عدد السيكولوجيين الذين يرون ان الدراسة العلمية للإبداع ينبغي ان تساعد على التنبؤ به قبل حدوثه بالفعل ، بحيث لا تضيع فرصة اكتشاف الاشخاص المبدعين ورعايتهم منذ المراحل المبكرة من حياتهم .

وقد اعتمد هذا الفريق من السيكولوجيين على تصميم اختبارات تمثل عينة من السلوك الإبداعي يمكن ان تساعد على اكتشاف هذا السلوك والتنبؤ به . لانه اذا كانت وفرة الإنتاج هي القاعدة ، لا الاستثناء لدى الأشخاص الذين ينتجون بعض الأفكار الواضح أصالتها ودقتها ، فان من الأرجح ان من ينتجون بعض هذه الأفكار في موقف الاختبار المحدد بزم قصير - يتراوح بين عشرة وخمس عشرة دقيقة - سينتجون قدراً كبيراً منها في مواقف الحياة القادمة .

وفيما يلي عرض لأهم القدرات الإبداعية التي امكن لجيلفورد ومعاونيه اكتشافها بالاستعانة بمنهج التحليل العاملي :

وتتوزع هذه القدرات على ثلاثة مظاهر اساسية للنشاط العلمي الإبداعي :

**أ - مظهر استقبالي :** استقبال المنبئات المحيطة التي يلقاها الفرد من حواسه وخبراته .

وهنا نجد القدرة على الحساسية للمشكلات .

**ب - مظهر انتاجي :** يتجلى في انتاجات إبداعية لها خصائص معينة . وهنا نجد القدرات الثلاثة ، الطاقة ، والمرونة ، والأصالة .

يتصل برؤية المشكلات الماثرة القريبة، وعامل آخر يطلق عليه اسم « عامل النفاذ (٩) » ويتصل بالقدرة على ادراك ما وراء المشكلات الواضحة من نتائج بعيدة .

والواقع أن القدرة على الحساسية للمشكلات من أهم قدرات الذكاء الإبداعي إذ لا سبيل إلى أى إنتاج إبداعي بدون الاحساس بمشكلات تؤرق صاحبها في مجال إبداعه ، مما يدفعه إلى تجاوز هذه المشكلات بإنتاجات إبداعية .

وتشير الدراسات الحديثة إلى وجود علاقة بين القدرة على الحساسية للمشكلات وبين السمة المزاجية التي يطلق عليها « تحمل الغموض (١٠) » . أى تحمل الشخص للتوتر الناتج عن محاولة تفهم موقف لم يسبق له معرفته دون محاولة الهروب منه ودون التسرع بفهمه بنفس طريقة فهمه للمواقف المعروفة له من قبل ، دون محاولة التعرف على خصائصه النوعية .

## ٢ - الطلاقة (١١) :

هناك شواهد عديدة من تاريخ المبدعين تدل على أن المبدعين يكون لديهم غالباً فيض من الأفكار والمقترحات ، لأن الشخص الذي ينتج عدداً كبيراً من الأفكار خلال وحدة زمنية معينة يكون لديه غالباً - في حالة تساوى الظروف الأخرى - فرصة أكبر لكى ينتج عدداً كبيراً نسبياً من الأفكار الجيدة . لذا فمن المرجح أن يتميز الشخص المبدع بالطلاقة في التفكير أى بإنتاج عدد كبير من الأفكار أو التصورات في وحدة زمنية محددة .

الصياغة العلمية لإحدى قضايا العلم ، أو إحدى القضايا المنطقية ، أو بعض المواقف الاجتماعية التي تدرك على أنها تتضمن مشكلة من المشكلات ، وهذا الإدراك نفسه يثير دافعا إلى التغيير أو التعديل .

ويختلف الناس في حساسيتهم للمشكلات . ولا يهتم السيكلوجيون أساساً - عند قياس هذه السمة - بكيف تحدث الفروق بين الأفراد في الحساسية للمشكلات ، كما لا يعنون بمناقشة أن كانت هذه الصفة قدرة عقلية أم سمة مزاجية وإنما يعينهم أساساً أنه في موقف معين يرى شخص معين أن هناك عدة مشكلات ، بينما الآخرون ممن حوله قد يرون هذا الموقف واضحاً لا بدوى إلى التساؤل ولا يثير إشكالا ، وفي هذا يكمن الفرق بين العالم الذى يرى الموقف ممثلاً بمشكلات علمية ، ومساعد المعمل الذى لا يرى أية مشكلات ، وبين الأديب الذى يمر على موقف أو مشهد أو نظام أو قاعدة بين القواعد الاجتماعية أو الإدارية تثير لديه إحساساً بعدة مشكلات تحتاج إلى حلول كما يثير لديه عدة زوايا لتغيير الموقف ، بينما آخرون يشاهدون نفس هذا الموقف ويتعاملون مع هذه القاعدة الاجتماعية أو الإدارية ولا تثير لديهم أى إحساس بوجود مشكلة .

ومن هنا نرى أن الحساسية للمشكلات تظهر غالباً في شكل وعى بالنقائص أو العيوب في الأشياء أو المواقف ، مما يؤدي إلى الإحساس بالحاجة إلى التغيير أو إلى حيل جديدة .

وقد أوضحت الدراسات السيكلوجية الحديثة وجود عامل للحساسية للمشكلات

(٩) Penetration

(١٠) Intolerance of Ambiguity

(١١) Fluency

### ٣ - المرونة في التفكير (١٦) :

وتتمثل في العمليات العقلية التي من شأنها أن تميز بين الشخص الذي لديه القدرة على تغيير زاوية تفكيره عن الشخص الذي يجمد تفكيره في اتجاه معين .

وقد أوضحت البحوث السيكولوجية وجود نوعين من المرونة في التفكير :

#### أ - المرونة التكيفية (١٧) :

وهي تلك التي تتصل بتغيير الشخص لوجهته الذهنية (١٨) ، لمواجهة مستلزمات جديدة تفرضها المشكلات المتغيرة ، مما يتطلب قدرة على إعادة بناء المشكلات وحلها خاصة في مجال الحروف والأرقام والأشكال . وكلنا شعر بأهمية هذا النوع من المرونة التكيفية عندما كان عليه أن يقوم بحل أحد تمرينات الهندسة ليبدأ بعض خطوات الحل ثم يتوقف تماما الى حين تغيير زاوية تفكيره أو زاوية نظره للمسألة وعندئذ فقط - عندما يدرك مثلاً أهمية إقامة عمود بزاوية معينة - يتوصل الى الحل .

وقد تتبدى المرونة التكيفية في كثير من مواقف الحياة العملية حيث تواجه الشخص مشكلات عملية مثل الوصول الى سقف حجرة دون وجود سلم أو كرسي عن طريق الاستناد على كتف (أو يد) شخص آخر... الخ .

وقد تبين من الدراسات التي أجريت على « الطلاقة » وجود أربعة عوامل للطلاقة :

#### أ - طلاقة الكلمات (١٩) : في اللغة المنطوقة أو وحدات التعبير كاللقطات في لغة التصوير .

أي سرعة انتاج كلمات ( أو وحدات للتعبير ) وفقا لشروط معينة في بنائها أو تركيبها .

#### ب - طلاقة التداعى (٢٠) : أي سرعة انتاج كلمات أو صور ذات خصائص محددة في المعنى .

ج - طلاقة الأفكار (٢١) : أي سرعة إيراد عدد كبير من الإنكار أو الصور الفكرية في أحد المواقف ، ولا يهتم هنا بنوع الاستجابة وجودتها وإنما يهتم فقط بعدد الاستجابات .

#### د - الطلاقة التعبيرية (٢٢) :

وهي القدرة على التعبير عن الأفكار وسهولة صياغتها في كلمات أو صور للتعبير عن هذه الأفكار بطريقة تكون فيها متصلة بغيرها وملائمة لها .

وهنا ينبغي أن نشير الى أن تميز عامل الطلاقة التعبيرية عن طلاقة الإنكار إنما يدل على أن القدرة على إيجاد أفكار تختلف عن القدرة على صياغة هذه الأفكار والتعبير عنها في كلمات أو صور مختلفة بأكثر من طريقة .

Word fluency ( ١٩ )

Associational fluency ( ٢٠ )

Ideational fluency ( ٢١ )

Expressional fluency ( ٢٢ )

Flexibility in Thinking ( ٢٣ )

Adaptive flexibility ( ٢٤ )

Mental set. ( ٢٥ )

**ب - المرونة التلقائية (١٩) :**

وتمثل في حرية تغيير الوجهة الذهنية ، حرية غير موجهة نحو حل معين ، فيما يتصل بمشكلة محددة تحديدا ضيقا . وتتطلب الدرجة الجيدة على هذه السمة تغيير الشخص لمجرى تفكيره وتوجيهه نحو اتجاهات جديدة بسرعة وسهولة ، بسبب واضح له أو غير واضح .

فالمرونة التلقائية اذن عبارة عن : قدرة عقلية ( ويرجح أحيانا أنها استعداد مزاجي ) لانتاج أفكار مختلفة ، مع التحرر من القيود ومن القصور الذاتي في التفكير الذي يمنع تغيير اتجاه التفكير .

نفرض مثلا انني طلبت من شخصين ان يذكر كل منهما اكبر عدد من الاسماء ، قد يذكر الشخص « أ » عشرة أسماء مثل : حائط ، عمود ، بيت ، حجرة . . . الخ ، كلها أسماء لأشياء ، بينما يذكر الشخص « ب » أسماء مثل : حائط ، عمود ، ثم ولد ، ثم قط ، ثم عفة ، جمال ، مهارة . هنا نستطيع ان نقول ان الشخص « ب » لديه قدر أعلى من المرونة التلقائية لأن الاتجاه العقلي لديه تغير في ثلاث زوايا : جمد ، كائنات حية ، ثم أسماء معنوية ، بينما الشخص « أ » ظل اتجاهه العقلي واحدا فلم يذكر الا أسماء نوع واحد هو المباني .

**٤ - الإصالة (٢٠) :**

ويعد الكثيرون الإصالة مرادفة للإبداع نفسه . ويقصد بهذه القدرة تلك المظاهر التي تبدو في سلوك الفرد عندما يبتكر بالفعل انتاجا جديدا . **فالإصالة تعني الجودة أو الطرافة** ، ولكن هناك شرطا آخر لا بد من

توفره الى جانب الجودة لكي يكون الانتاج أصيلا ، هو أن يكون مناسباً للهدف أو للوظيفة التي سيؤديها العمل المبتكر . فالسلوك الجديد والمناسب أو الذي يؤدي الى الهدف المنشود « بمهارة » يعد بحق سلوكا إبداعيا أصيلا . والجدة وحدها لا يمكن أن تدل على الإبداع لأن السلوك قد يتخذ شكل العمل الإبداعي بطريقة كاذبة لانخفاض درجة توافقه مع الموقف . ويتبدى هذا بوضوح في سلوك بعض المرضى العقلين الذين قد يصدر عنهم سلوك جديد في شكله ولكن غير مناسب للهدف ، ولا يخدم عملية التوافق ولا يتجه مع غيره من مظاهر السلوك الصادرة عن الشخص الى خدمة الهدف المحدد .

وقد اعتقد البعض انه لا توجد جدة أو أصالة في فكرة معينة الا عندما تكون هذه الفكرة جديدة تماما . أي ان احدا لم يفكر فيها قبل صاحبها ، ومن ناحية أخرى اعتقد البعض الآخر أن كل شيء يفعله الفرد يكون جديدا بما في ذلك ادراكاته المختلفة للعالم من حوله ، أي ان كل شيء يفعله الفرد يكون بالنسبة اليه فقط غريبا بطريقة ما ، وبالتالي أصيلا وجديدا ، الا ان الاتجاه السائد الآن في الدراسات السيكولوجية للقدرة الإبداعية هو ان هاتين الوجهتين من النظر متطرفتان . فلا يمكن تقبل الاتجاه الاول ، اذ انه فضلا عن صعوبة فحص أفكار كل الناس حتى لحظة صدور الفكرة الاصلية من شخص معين ، فان صدور فكرة أصيلة عن أحد العلماء أو الفنانين بعد صدورهما عن غيره بلحظات أو أيام أو أسابيع أو شهور قليلة - دون ان تكون بينهما صلة - لا يعني أنها ليست فكرة أصيلة لهذا يكتفي الآن في تقدير الإصالة بكون الفكرة « نادرة » أو غير شائعة الى جانب كونها ماهرة . كما انه لا يمكن تقبل الاتجاه الثاني ، لانه من

والنشاط الإبداعي أثناء عملية الخلق في تقدم ثم إعادة نظر للتقويم . والفروض أن تتوفر القدرة على التقويم بدرجة مرتفعة لدى النقاد حتى ينفذوا الى جوانب القوة والضعف في الاعمال الإبداعية وحتى يستطيعوا إبرازها بوضوح .

أما عن موقع هذه القدرات بين جميع القدرات العقلية الأخرى ، فهذا ما حاول جيلفورد أن يوضحه من خلال « النموذج النظري لبناء العقل » .

#### **النموذج النظري لبناء العقل :**

حاول جيلفورد - عام ١٩٥٩ - على أساس العناصر المشتركة بين ما تم له اكتشافه من عوامل القدرات الإبداعية التي بلغت حتى ذلك الوقت ٥٣ عاملا ، ووصلت عام ١٩٥٦ الى ما يقرب من ٦٠ عاملا - وعلى أساس ما يتوقع من عوامل عقلية أخرى أن يتصور بناء نظريا شاملا للعقل يتمثل شكل مكعب ، كما هو موضح بالشكل السابق ، يستوعب جميع القدرات العقلية . وذلك اعتمادا على ثلاثة أسس هي : -

#### **( ١ ) تصنيف عوامل القدرات العقلية افقيا**

##### **على أساس العمليات العقلية التي تتم :**

ويمكن تقسيم هذه العمليات العقلية الى خمس مجموعات من القدرات العقلية هي :

١ - **القدرات المعرفية** او الاكتشافية التي تتصل بقدرة الشخص على فهم القدرات ونحصيل معلومات جديدة او التعرف على معلومات قديمة والبحث عن علاقات واستنتاج فروض مما يعرض عليه من تنبّهات .

٢ - **قدرات التذكير** : في الانتاجات والمضمونات المختلفة .

غير الممكن تصور الجدة والطرافة صفة للاعمال التي تتكرر من الشخص نفسه ، مما لا يقتصر على الشعر والاعمال الأدبية والعلمية ، بل يدخل في هذا الاحلام والهوسات والادراكات خلال مواقف الحياة ، لان هذه النظرة لا تمدنا بأساس للتمييز بين الاسخاص الأكثر ابداعا والاقل ابداعا .

لهذا فقد رُؤي أنه من الاجدر النظر الى الاصلة كغيرها من السمات السيكلوجية للأفراد - على انها سمة تمتد على بُعد متصل ومتدرج ، وهذا التصور يسمح بالمقارنة الخصبة بين الافراد بعضهم ببعض ، وبين أنواع السلوك المختلفة من حيث درجة ما يتبدى فيها من الاصلة .

#### **٥ - القدرة على التقويم ( ٢١ ) :**

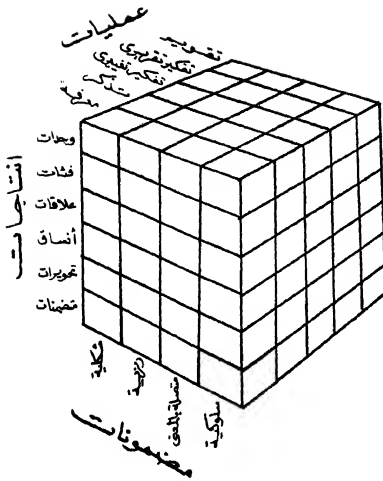
القدرة على التقويم عبارة عن وعى بانفاق شيء معين او موقف معين او نتيجة معينة او انتاج إبداعي معين مع معيار او محك للعلامة او الجودة .

وقد يكون التقويم منطقيا يعتمد على ادراك العلاقات المنطقية بين مواد لفظية بصورية .

كما قد يكون تصوريا ادراكيا يتصل بمواد ادراكية ، كما قد يتصل بالخبرة في المواقف الاجتماعية .

والقدرة على التقويم يفترض ان النشاط الإبداعي المبكر ثم فعلا ثم يتجه اليه الشخص المبدع فيعيد النظر فيه - سواء كان هو منتجه او أنتجه شخص آخر .

وجزء هام من نشاط الخلق والابداع لدى كل من الفنان والعالم يتمثل في إعادة النظر فيما أبدعاه .



النموذج النظري للبناء الكامل للعقل

( ب ) تصنيف العوامل حسب نوع المادة  
أو المضمون الذي تجرى عليه العمليات العقلية  
الى أربعة أنواع هي :

١ - **المضمون الشكلي** (٢٣) : الذي لا يحلّ الى ما لا يتجاوز نطاقه ، ونحن ندرسه - كصور - بحواسنا ، ومن أمثلة المواد الشكلية : الجسم ، الهيئة ، واللون ، والموقع ، والنسيج ، وما نسمعه ، وما نشعر به من أشياء .

٢ - **مضمون رمزي** (٢٤) : ويشمل الحروف والمقاطع والكلمات ، والأرقام والرموز التقليدية الأخرى . وتشير « الرموز » عادة الى شيء آخر ، وتنتمي الى نسق عام مثل « حروف الهجاء » أو « نسق الأعداد » ، وإن كان من الممكن أن تتضمن رموزا شكلية أو تصويرية عندما يضمها نوع معين من الانساق .

٣ - **المضمون المتصل بالمعنى** (٢٥) : يعالج المعاني . وكان جيلفورد من قبل يستخدم اصطلاحا تصوريا (٢٥) الا انه أدى الى نوع من الفوضى ، إذ قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة شكلية ، كما في حالة الفنان الذي يقول ان لديه تصورا لما يريد أن يرسمه ، كذلك قد تكون لدينا تصورات تشتمل على مادة رمزية ، كما في حالة الرياضي الذي يتصور إحدى المعادلات .

٤ - **المضمون السلوكي** (٢٦) : أي ادراك الاستعدادات النفسية لدى الآخرين ولدى

٣ - **القدرات التقريبية** : حيث الميل الى تقرير حل واحد صحيح أو استجابة واحدة ، على التفكير أن يوجه في مسارها واتجاهها .

٤ - **القدرات التغييرية** : حيث يتجه التفكير اتجاهات مختلفة ، ويتميز بأنه أقل تقييدا في تحديد هدفه ، كما يتميز بحرية توجهه التفكير الى عدة اتجاهات ، وقد تكون هذه الحرية كاملة حيث لا يكون هناك هدف محدد ، أو يكون هناك هدف معين لكنه واسع يمكن بلوغه عن طريق عدد متنوع من الإجابات . ومن الخصائص الأساسية للتفكير التغيري رفض الحلول القديمة والعتور على اتجاهات جديدة للتفكير من شأنها ترجيح نجاح التركيب الخصب ذي البناء الثرى . وهذا النوع من القدرات هو الذى يمثل بحق القدرات الإبداعية .

٥ - **القدرات التقويمية** : وهى التى يكون لها تأثيرها في تقرير جودة الانتاج وملاءمته وأهميته ونوعه . ورغم أن معظم الباحثين يرون أن للقدرات التقويمية أهمية خاصة في المراحل الأخيرة لحل المشكلات ، فإن من أهم خصائص نموذج « بناء العقل » - الذى يقدمه جيلفورد « اعتماد » كل العمليات على **التقويم** اعتمادا شاملا ، إذ أن عملية التقويم تساعد على انتقاء المعلومات في المراحل الأولى ، كما تساعد على رفض المعلومات أو قبولها في عمليات المعرفة والانتاج .

Figural.	( ٢٢ )
Symbolic	( ٢٣ )
Semantics	( ٢٤ )
Conceptual	( ٢٥ )
Behavioral	( ٢٦ )

مكون من وحدات من المعلومات اجزاؤه متعلاقة مترابطة .

٥ - **تحويل** أو إعادة تحديد (٢١) ، أى نوع من التغير للمعلومات الموجودة أو المعروفة ، أو إعادة تأويلها .

٦ - **تضمين** (٢٢) ، أى نوع من تجاوز الاستقطاب (٢٣) والتعارض في المعلومات ، وقد يشمل هذا في مجال المعرفة توقع البوادر ومعرفة المقدمات (٢٤) والاستنتاجات (٢٥) .

وبهذا نستطيع ان ندرك ان كل حلية من خلايا نموذج « **بناء العقل** » تمثل نوعا معينا من القدرات ، لها ثلاثة ابعاد ، أى يمكن وصفها بنوع من **العمليات** ، ونوع من **المضمون** ، ونوع من **الانتاج** . ويتضمن هذا النموذج ١٢٠ حلية . ولهذا فهو يتنبأ بوجود ١٢٠ قدرة عقلية على الأقل ، على أن وجود حلية في مجال « المعرفة » - هي حلية معرفة الوحدات الشكلية - تشمل على ثلاثة انواع من القدرات : « بصرية » ، و « سمعية » ومتصلة بمعرفة حركات الجسم (٢٦) (﴿﴾) ، وكذلك وجود حلية في مجال « الذاكرة » تتضمن نوعين من العوامل الشكلية ، قد أوحى لجيلفورد أن يتوقع وجود أكثر من قدرة

انفسنا ، والاستدلال من ظواهر السلوك عما وراءها ، مما يمثل معلومات على كل منها أن يتعامل معها . وتتفاوت قدرات الافراد على ادراك متاعر الآخرين أو على الادراك الاجتماعي أو ما يطلق عليه الذكاء الاجتماعي .

### ( ج ) تصنيف عوامل القدرات العقلية على أساس « الانتاجات » :

وكل نوع من العمليات يمكن ان تصدر عنه ستة انواع من الانتاجات أى ان الانتاج قد يكون :

١ - **وحدة** (٢٧) للمعلومات ، وهى عبارة عن جزء معزول أو محدود من المعلومات له طابع « الشيء » .

٢ - **فئة** (٢٨) ، وهى عبارة عن وحدات للمعلومات تجمعها بعض الخاصيات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٣ - **علاقة** (٢٩) ، أى صلة بين وحدات للمعلومات ، تعتمد على متغيرات تنطبق على كل وحدة من هذه الوحدات .

٤ - **نسق** (٣٠) ، أى مركب منظم ، أو بناء

Unit	( ٢٧ )
Class	( ٢٨ )
Relation	( ٢٩ )
System	( ٣٠ )
Transformation	( ٣١ )
Implication	( ٣٢ )
Extrapolarization	( ٣٣ )
Antecedents	( ٣٤ )
Conclusion	( ٣٥ )
Kinesthetic	( ٣٦ )

(﴿﴾) يطلق اصطلاح ( Kinesthetic ) على الاحساسات التي تؤدي الى معرفة حركات الجسم أو اغضائه ، من خلال العضلات أو الاربطة أو المفاصل أو الالان الباطنة .



له أثره في منحيص الاختبارات وصقلها ، وهذا يمكن من استخدامها في كل من الانتقاء والتنبؤ ( المهني والتربوي ) كما يمكن استخدامها أكاديميا ، وهو ما يطعم اليه كل علم من تطبيقات نتائج ( المرجع السابق ) .

### لتفكير الإبداعي والنموذج النظري لبناء العقل :

التفكير الإبداعي ابتكار ، والابتكار صورة من صور الإنتاج . ويكاد يسود الاتفاق على أننا في الابتكار نبتعد عن الأجابات المألوفة ، وبالتالي لا تكون النتائج محددة تحديدا لا تخرج عنه ، مما يشير الى فئة « الإنتاج التفييري » التي نضمن عوامل : **الطلاقة ، والرونة ، والأصالة** ( التي ينظر إليها كنوع من المرونة ) ، **والتفصيل** .

ولما كانت كل أنواع الانتاجات ( السنت ) ، والموضوعات ( الأربعة ) تدخل في هذه الفئة ، فإننا نستطيع ان نجعل التفكير الإبداعي معادلا للانتاج التفييري .

على انه قد تبين حديثا أهمية قدرات « التعديل » أو إعادة التحديد ، بالنسبة للتفكير الإبداعي . ورغم انها صيغت في « بناء العقل » على انها من التفكير التقريري . فانها تمثل تغييرات أو تعديلات في التفكير ، وإعادة تأويلات وحرر من « التثبيت الوظيفي » ( ٢٨ ) في اشتقاق الحلول الفريدة ، لهذا يتوقع أن تسهم فئة « التحوير » في التفكير الإبداعي .

نم ان التفكير الإبداعي - بالمعنى الواسع - يمكن أن يشمل قدرات أخرى غير قدرات « الإنتاج التفييري » ، و « التعديل » أو إعادة التحديد . « فاعمل » الحساسية للمشكلات « الذي افترض انه ذو أهمية للتفكير الإبداعي ، وتبت وجوده ، يتوقع ارتباطه بالتفكير الإبداعي

في الخلية الواحدة - على الأقل في كل عموم « سكلي » كما أوحى له بإمكان وجود بُعد رابع يتصل باختلاف طريقة الإدراك ( ٢٧ ) فيما يتصل بالمضمون الشكلي ( Guilford, J. P. 1959, "b" )

### واهم مميزات « النموذج النظري لبناء

#### العقل » الذي يقدمه جيلفورد ما يأتي :

١ - استيعاب جميع العدرات العقلية الأولية المعروفة في نسق واحد شامل ، على أساس العلاقات القائمة بينها سواء من حيث « مضمونها » ، أو نوع « الانتاجات » التي يمثلها أو طبيعة « العمليات » التي تجري على هذه المضمونات والانتاجات .

٢ - امكن استخدام هذا النموذج في التنبؤ بعوامل جديدة لم تكتشف بعد - كما كان يستخدم جدول « منديلوف » لاكتشاف العناصر في علم الكيمياء - اى استخدامه كمصدر للفروض التي تساعد على كشف عوامل الذكاء الانساني - بالمعنى الواسع - وعلى عزل هذه العوامل ( Hoepfner, R., et al, 1964 )

٣ - يقدم هذا النموذج تعريفا « عامليا » للقدرات العقلية للذكاء الانساني ، يتخلص من التعريف الاجرائي الدائري - الذي يقرر تحصيل الحاصل - الذي قدمه « بورنج Boring » عام ١٩٢٣ ، والذي يذكر فيه أن الذكاء هو ما نقيسه اختبارات الذكاء !

٤ - كما ان التحقق من بعض عوامل هذا النموذج ، يمكن فيما بعد من استخدامها كادوات في بحوث جديدة تتضمن السمات أو القدرات المكتشفة . لان ما يكتشف اليوم من عوامل جديدة ، وكذلك الاختبارات التي تقيس هذه العوامل ، تصبح في القد مفاهيم مرجعية تستخدم في التطبيق السيكولوجي ، مما يكون

### ٥ - السياق الاجتماعي الثقافي للإبداع (٢٩) :

لما كان الفرد لا يعيش في فراغ اجتماعي ، فان العمل الإبداعي ، وان كان يصدر عن افراد مبدين ذوي خصائص معينة ، يتأثر بتفاعلات الاشخاص المبدعين مع الآخرين وعلاقاتهم بهم ، كما تتأثر بالسياق الاجتماعي العام الذي يوجد فيه هؤلاء الاشخاص .

ويتكون السياق الاجتماعي من الجماعات الاساسية والفرعية التي ينتمي اليها الفرد والتي يتضمن كل منها نظاما من العقائد والقيم ، الصريحة او غير الصريحة ، والتي تستجيب لحاجاته المتسوعة ، ويكون له في كل منها مركز (٤٠) معين ، ودور محدد (٤١) .

وقد يساعد السياق الاجتماعي على ظهور الابتكار او الإبداع ويشجعه ويعمل على إبقائه ، كما قد يؤخر ظهوره ويمنع استمراره ، ولا يشجع الا على الانبعاية والتقليد .

ونستطيع ان نقسم عناصر السياق الاجتماعي ، التي تؤثر في الإبداع - على اساس « كثافة » تأثيرها على الفرد المبدع - الى نوعين يقعان على خط متصل يمثل كل منهما احد طرفيه :

١ - نوع اولي او خاص : يتصل بالقوى الاجتماعية التي لها تأثير مباشر على الافراد المبدعين ، سواء من ناحية تنشئتهم وتربيتهم ، او من ناحية تقبل نشاطهم الإبداعي ورعايته .

ب - نوع ثانوي او عام : يتصل بالقوى الحضارية التي تتركز في الإطار الاجتماعي والثقافي والسياسي العام بالجمتمع والتي من شأنها ان

مع ان مكانه في نموذج « بناء العقل » ليس في احدى الفئتين السابقتين من القدرات ، اذ يبدو انه ينتمي في « النموذج » الى فئة القدرات التقويمية وانتاجها . بينما يبدو الآن على انه « تضمين » بان هذه الاشياء مرضية او غير مرضية . لذا يمكن تفسير هذا العامل - بنفس طريقة تفسير التعديلات - على اساس التحرر من التثبيت الوظيفي .

وهكذا ، فرغم امكان تعرف التفكير الإبداعي ، كمفهوم سيكولوجي ، عن طريق عوامل الانتاج التفيري ، وبعض العمليات الاخرى التي تنتج عنها تغييرات او تعديلات ، فان عمليات الابتكار - في الحياة اليومية - قد تتضمن قدرات اخرى بطريقة غير مباشرة تختلف باختلاف الظروف .

وعلى هذا لا يمكن حصر التفكير الإبداعي - بصفة نهائية - في جزء معين من اجزاء « نموذج بناء العقل » رغم الاهمية النسبية للقدرات التغيرية لهذا النوع من التفكير . (Guilford, J. P. and Merrifield, P.R., 1960)

عرضنا في هذه الفقرة للقدرات الإبداعية ، الا انه اذا كانت القدرة الإبداعية تعني امكانية الإبداع ، فان كون الشخص الذي لديه قدرة مرتفعة على الإبداع ينتج فعلا امعلا ابداعية انما يعتمد على عدد من الظروف من اهمها دوافعه الخاصة وسماته المزاجية التي تساعد ، مع عوامل اخرى - كالبينة النفسية الاجتماعية - على ظهور هذه القدرات او يؤدي الى طمس معالمها . وهذا هو موضوع الفقرة التالية من المقال .



### Socio-Cultural Context of Creativity (٢٩)

Status	(٢٠)
role	(٤١)

ولا يشجعه على البحث عن الخبرات الجديدة أو يعوّضه على عكس ذلك . أى أن من شأن معاملة الآباء أن تؤثر على قدرات الطفل الابتكارية فتثميها أو تجعلها تفسن . ذلك أنه من المسلمات العامة لعلم النفس الدينامي ، أن عدم تعادل (٤٣) مستويات القدرات لدى الفرد ، ينتج عما لديه من أسس دافعية ، كما ينتج عن الخبرات التي يمر بها في حياته . وقد أجاد التعبير عن هذه الوجهة من النظر « مايمان ، وشافر ، وريابورت » في معرض مناقشتهم للأسس النظرية للفروق بين قدرات الفرد (٤٣) ، حيث يذكرون أن القوى الدافعية المعينة لدى الشخص ، كالحوافز والمخاوف والتوقعات التي تتشابك مع هذه الحوافز ، تتعرض لأنواع من الضغوط الضابطة أو الكابتة . وأن أنماط الضبط المستخدم لدى الفرد تشكل الخطوط اللاحقة لنموه ، كما تبلور « الأنا » لديه ، وبالتالي فإن لها أثرها على الطرق الأساسية للتوافق والضبط التي تبدأ في مرحلة مبكرة جدا بممارسة أثر انتقالي على الإدراكات والأنشطة والاستجابات والحاجات واتجاهات النمو السيكولوجي للفرد . . فعلا ، قد يكون نمط الضبط عبارة عن اتجاه عام لرفض أى موقف يحتمل أن يكون خطرا وتجنبه ، إلى حد أن هذه المواقف قد تثير لدى الشخص اندفاعات (٤٤) غير مقبولة أو ذكريات اليمية ، ويبدو أن الشخص الذي يتبع هذا النمط للضبط يتبع أسلوب : لا تسمع شرا ، ولا تر شرا ، ولا تقل شرا . وهذا النوع من الضبط قد يعيق الفضول أو اللعب الحر التشيط

تيسر الإبداع أو تؤخره ، تساعد على تقبل المبدعين أو مقاومتهم .

ونحاول فيما يليلقاء الضوء على دور كل نوع من نوعي السياق الاجتماعي في علاقته بالإبداع :

### العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

من أهم العناصر الأولية للسياق الاجتماعي :

#### ١ - أساليب تربية الطفل في الأسرة :

إن الشخص الذي يصبح مبدعا في رنده ، لا يتصل بالبيئة الاجتماعية الكبيرة إلا بعد أن يعيش فترة طويلة في بيئة خاصة محدودة ، هي الأسرة ، يتلقى فيها من الخبرات ما بعده للاستجابة بطريقة معينة - إيجابية أو سلبية - للخبرات القادمة في حياته .

فالطفل في الأسرة ، مثلا ، يدرّب على تنظيم بعض الوظائف الحيوية ، ويصحب هذا التدريب جوّ انفعالي خاص ، من الحب والتقبل أو التهديد بفقدان الحب أو فقدانه فعلا . ويتعلم الطفل من هذه الخبرات أنه « ممتاز » يستطيع السيطرة على وظائفه ، أو يشعر أنه « سيء » لا يستطيع إنجاز هذه السيطرة . وفي هذه الأثناء ينشأ على الثقة بنفسه وبالأخرين، وعلى الشعور بأنه بعد لانجاز الخبرات الجديدة ، أو ينشأ على عكس ذلك .

كما أن الآباء قد يعوّضون الطفل على تلقى الحلول الجاهزة لكل ما يواجهه من مشكلات ،

(\*) يرافق « موديس شتاين M. Stein » في مذكرته غير المنشورة عن « الإبداع والسياق الثقافي والاجتماعي Cultural Context of Creativity » بين : قسوى اجتماعية وثقافية ، تؤثر في الإبداع كمصادر للافكار ، كما يكون لها أثرها في تصوير هذه الافكار ، وقسوى اجتماعية وثقافية أخرى تؤثر في بقاء العمل الإبداعي إلا أننا لا يمكننا الأخذ بهذه التفرقة حيث يرجع عدم وجود نوعين « من العوامل أو القوى تؤثر في الإبداع ، بقدر استمرار تأثير بعض القوى - على مر الوقت - في بزوغ التفكير الإبداعي في تطوره واستمراره .

Unevenness. (٤٢)

" intra - individual difference in abilities " (٤٣)

impulses (٤٤)

الطريقة . وقدم « جيهارد » أدلة تجريبية تؤيد فرضه ، حيث وجدت تغيرات كبيرة في جاذبية الأعمال عندما يكون كل من التوقع ودرجة النجاح في اتجاهين متعارضين .

وتلعب الأسرة دورا هاما في تنشئة الطفل وتدريبه وتشكيل عاداته وقيمه حتى بعد ان يذهب الى المدرسة . واذا كان التعليم المدرسي للطفل يتم خارج نطاق الأسرة ، فان ما يتعلمه من خبرات وافكار جديدة اذا لقي تأييدا من الأسرة فان هذا التأييد يدعم قبوله لهذه الخبرات والافكار الجديدة ، اما اذا لم يلق هذه الخبرات والافكار تأييد الأسرة - او لم يتفق مع ما يتعلمه من قيم داخل الأسرة - فان الشخص يقع في صراع عليه ان يحله .

وفي المنزل - ذلك العالم الصغير - تنشأ عن علاقات الطفل باخوانه والديه اتجاهات وقيم ، وتكون هذه الاتجاهات والقيم - فيما بعد اسما لعلاقاته بملائه وممثل السلطة من المدرسين والمديرين والمشرفين ، بل وقد تكون هذه العلاقات ، بين الطفل وافراد الأسرة الآخرين ، اساسا لتقبله نموذجاً معيناً من الايديولوجيات . فقد وجدت « الزا فرنكل برونشفيك » وزملاؤها ( ١٩٥٠ ) ان الاطفال الذين كانوا خاضعين (٤٧) لآبائهم ، كانوا ايضا متقبلين للايديولوجيات التسلطية (٤٨) .

ويرى عدد من الباحثين النفسيين ان هذا الخضوع اذا بلغ اقصاه ، فان الفرد سيجد صعوبة في المفامرة ، ويظل يتعامل فقط مع ما ثبتت صلاحيته ويتجنب كل ما هو جديد .

والاستكشاف العمال لطرق جديدة لتحقيق الذات ، اماقة بالغة ، بينما قد تزداد وظائف اخرى مثل تعلم الطريقة « المناسبة » للسلوك وفي هذه الحالة تتوقع ان تنعكس آثار واسعة المدى لهذا النمو الانتقائي على تفاوت مستوى نحصيل القدرات والوظائف المختلفة . اما في حالة اختلاف نمط الضوابط فانه يتوقع ان تختلف بالتالي انماط المهارات والقدرات والوظائف .

وبناء على هذا يفترض انه يوجد في النمو العقلي السوي تعادل (٤٥) بين مستويات القدرات في اتجاهات مختلفة . وانه عندما يحدث اختلال للتوافق الوجداني تؤثر ظروف تتصل بالدافع او الميل في نمو القدرات في اتجاهات معينة ، مما يخل باستواء القدرات او تعادليها .

وتتقدم نظرية التعلم بأساس اعم وادق ، من الناحية المنطقية ، للآثار التكوينية (٤٦) للدافع على نمو الاستعدادات او القدرات . فهي ترجع المسألة الى وجود مكافآت في التعليم ، او عدم وجود مكافآت على أداء مختلف انواع الاعمال .

وقد افترض « جيهارد » ان جاذبية الاعمال تزداد عندما ينتج فيها الفرد ، سواء توقع ان ينتج فيها او لم يتوقع . وان هذه الجاذبية تقل عندما يتوقع الفرد النجاح ثم يفشل وقد توقع « جيهارد » ان تعمم الآثار ، من حيث زيادة الجاذبية او قلتها ، على الاعمال المشابهة ، او بعبارة اخرى على فئات الاعمال المشابهة ، وان تكرر مثل هذه الخبرات من شأنه ان يساعد على تقوية الميول التي نشأت بهذه

eveness	( ٤٥ )
genetic	( ٤٦ )
submissive	( ٤٧ )
authoritarian	( ٤٨ )

## ٢ - الخبرات التربوية في المدرسة :

التي كثيراً ما يؤدي استثمارها إلى عدم ثقة التلاميذ في أنفسهم ، وخفض روح المخاطرة لديهم ، أو تشويه قدرتهم على التعليم بطرق مبتكرة غير مألوفة ، بعد تكرار الآخرين تسخيف طريقهم في التفكير الابتكاري . بل إن بعضهم قد يصل به الأمر ، بعد قمع حاجته إلى التفكير الإبداعي ، إلى نوع من الصراع العصائبي بين حاجته إلى تحقيق نفسه من خلال التفكير الإبداعي ، وبين حاجته إلى اكتساب احترام جماعة الفصل أو المدرس من خلال التخلي عن التفكير الإبداعي . ورغم ما يشاع بين العلاقة الإيجابية بين الإبداع والمرض النفسي ، فإنه من الثابت الآن أن الاضطرابات النفسية تحدث من طاقات الإبداع لدى الأفراد (٢٩) .

وقد أجريت عدة دراسات تبين منها أن المدرسين يضيئون بالتلاميذ ذوي الأفكار والحلول المبتكرة ، كما أجريت عدة استفتاءات لدراسة تصور المدرسين للتلميذ النموذجي في عدد كبير من بلاد العالم وهذا التصور النموذجي للتلميذ هو طبعاً ما يحاولون تأكيد من خلال تصرفاتهم مع تلاميذهم . وقد تبين من هذه الاستفتاءات أن صورة التلميذ المثالي لدى المدرسين لا تتفق غالباً مع صفات التلميذ المبدع ، بل تتفق مع نماذج السلوك التي تتمثل في الاتباعية للآخرين ومراعاة آرائهم ، وتقل غالباً سمات تأكيد الذات والاستقلال وعدم الاتباعية للآخرين وروح المخاطرة والمنافسة ( Terran's Comparative Ranking of Ideal Child, 1971).

مما يؤكد أهمية إعادة التخطيط لتفكيرات جذرية لسياسة التربية والتعليم بطريقة تجعلها تستثير إمكانيات الإبداع لدى التلاميذ بدلاً من أن تقمعها (Taylor, C. and Williams. F. E., 1966 )

إن نوع الخبرات التي يتعرض لها الفرد في المدرسه ، يكون له أثره على الإبداع . فهذه الخبرات التربوية لا تؤثر فقط على المواد التي يتعلمها التلميذ ، بل وتؤثر كذلك - بطريقة إيجابية أو سلبية - على اتجاهات التلميذ نحو المواقف الجديدة للتعلم في المستقبل . فقد تؤكد طريقة التعليم أهمية التلخيص والحفظ والتكرار للتراث القديم ، ولا تعنى بتنمية المبادأة والأصالة ، بل قد تعاقب عليهما . وعلى العكس من ذلك ، قد تؤكد طريقة التعليم أن الماضي إن هو إلا حينة لبناء المستقبل ، ومن ثم يشجع التلاميذ على الابتكار والأصالة ولعل هذا يبرر ما تلتفاه بحوث تنمية القدرة على الإبداع ودوافع الإبداع لدى التلاميذ في مراحل التعليم المختلفة ، كموقف التعليم داخل الفصل أو خارجه ، أو من خلال طبيعة العلاقة بين المدرسين والتلاميذ ذوي القدرات الإبداعية المرتفعة . وتهتم كثير من البحوث التربوية الحديثة بتحقيق أكبر قدر من التوافق ، لدى التلاميذ المبدعين . ومع أنفسهم ، لتقبل انفسهم كمبدعين تختلف آراؤهم أو طرق تفكيرهم عن معظم زملائهم . ومع زملائهم ومدرسيهم ، للانفتاح على أوجه الجودة والامتياز في آرائهم وتصرفاتهم ، ولتحقيق نوع من العلاقات الاجتماعية المتوازنة غير المبالغ فيها من حيث الاعتماد على الآخرين وشدة الاختلاط بهم ، أو من حيث الاعتزال منهم ( Torrance, P. E., 1962, P. 143-144 )

كما تهتم بعض البحوث بطرق حماية المبدعين من ضغوط باقي أعضاء الجماعة وأحياناً من المدرسين - التي توجه ضد تمايزهم واقتراحهم من بقية زملائهم . تلك الضغوط

( ٢٩ ) نرجو أن تتناول موضوع « شخصية المبدع » أوسماته الإيجابية والسلبية والعلاقة الخاصة بينهما في مقال تال ( انظر الآن ، كتاب : عبد الحليم محمود « الإبداع والشخصية » دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٧١ ، الباب الثالث والرابع ) .

## ٣ - الجماعة السيكولوجية (٥٠) :

والجماعة السيكولوجية - أي الجماعة الصغيرة غير الرسمية التي تربط أفرادها روابط عاطفية ومهنية - لها أهمية كبيرة في عملية الإبداع ، ذلك أن اتمام العمل الإبداعي وحده لا يكفي ، إذ أن الشخص المبدع يحتاج في بداية الأمر دائما إلى تقديم عمله إلى جماعته تعترف بهذا العمل وتقوم به . لهذا فإن كل مبدع ، أيا كان مجال إبداعه ، شعرا أو فنا أو علما ، يلتف حوله شخص أو أكثر ممن يكونون « جماعة » سيكولوجية له ، تشد أزره وتخفف عزلته ، ويوجد لديها صدق عمله في جو من الأمان النفسي يمكنه من الكشف عن جوانب أخرى في مجال إبداعه .

ويوضح أهمية « الآخر موضع الثقة » ما يذكره الدكتور مصطفى سويف - في دراسته للأسس النفسية للإبداع الفني - في الشعر خاصة ، من أن حركة الشاعر في إبداع القصيدة لا تتم بلوغه الببت الأخير منها ، بل يخطو خطوة بعد ذلك بأن يعرضها على « آخر » قد يكون صديقا عزيزا ينتقن تذوق الشعر ، أو ناقدا مبعلا يحدده الموقف الخاص للشاعر المهم أن حركته هذه نحو الآخر ، ذات دلالة دينامية هي بناء « نحن » لأن رضا الآخرين عن العمل معناه أنهم قد أصبحوا أقرب إليه مما كانوا من قبل (سويف ، ١٩٥٩ ، ص ١٤٥) .

وعلى هذا الأساس يمكن تفسير اتخاذ « فرويد » لـ « فليز فليس W. Flies » صديقا له يؤنس ويخفف آثار عزله العلمية . وكذلك يمكن تفسير اتخاذ الخليل بن أحمد - واضع علم العروض في الشعر العربي - لأبي المتألى صديقا ورفيقا . ونستطيع أن نجد « آخر » يقوم بدور السند النفسي ، لدى كل مبدع في الشعر وفي الفن أو في العلم ، بل وقد يوجد في سيرة الرسل ما يؤيد هذه الظاهرة

- مثل إبي بكر لسيدنا محمد عليه الصلاة والسلام ، ومثل الحواريين للسيد المسيح عليه السلام ، وهارون لموسى عليه السلام .

ووجود آخرين يفهمون ما يصدر عن الشخص المبدع ، يميز المبدع الذي يحاول توصيل أفكاره إلى الآخرين عن المسترعى الذي يحاول خيالاته وصراعاته إلى حركات تمثيلية استعطفانية دون اعتبار لطريقة إدراك الآخرين لها ، وعن العصامي القهري ، الذي يصدر عنه من التصرفات ما يدفع إلى القول بأنه ينشئ لنفسه دينا خاصا به ، وعن المصاب بالبارانويا وهذائاته غير المطابقة للواقع التي لا تصمد للاختبار ، والتي تشبه في ظاهرها ما يصدر عن الشعراء والفلاسفة وأصحاب الأديان ، وأن كان هؤلاء يخاطبون أعدادا من الناس تفهمهم .

## ٤ - الموقف الاجتماعي المباشر الذي يعمل فيه الفرد :

على الرغم من قلة الدراسات التجريبية فيما يتصل بعلاقة مجالات السياق الاجتماعي بالإبداع ، بوجه عام ، فقد أجرى في مجال الموقف الاجتماعي المباشر الذي يعمل فيه الفرد ، عدد كبير نسبيا من البحوث ، وخاصة في معامل البحوث الصناعية - وذلك لتعرف الظروف التي تساعد على الإبداع لدى مجموعات الباحثين .

ففي بحث أجراه « دونالد تيلور D. Taylor » في معمل كبير البحوث يضم عاملين في مجال الفيزياء والكيمياء والرياضيات والهندسة ، تمت مقابلة رؤساء اثني عشر قسم من أقسام البحوث المختلفة ، وعينته من مساعديهم ممن لديهم خبرة طويلة في البحث والإشراف على الباحثين - وكان أحدهم يشرف على مائة عالم ومهندس . أجمع كل من تمت مقابلتهم تقريبا ، على أن أهم عامل في إنتاجية

**مع الجماعة المباشرة ، وكان رئيسهم شخصا ضئيل المواهب او غير فدير ، فان اداء الرؤوسين عندئذ يتسم بالانخفاض .**

كما تبين من بحث آخر قام به « بلز » ايضا عن اثر العلاقة مع زملاء في الاداء ، طلب فيها من مجموعة من العلماء تحديد اهم خمسة زملاء - من غير المشرفين - بالنسبة لكل منهم ومتوسط احتكاك كل منهم بهم . وقد امكن قياس التشابه والاختلاف بين قيم كل عالم وقيم زملائه بعدة طرق ، منها تقديره لميوله وقيمه ، فاذا كان الشخص ذا ميول علمية وزملاؤه مثله ، حصل على درجة كبيرة في التشابه ، اما اذا كان الشخص ذا ميول علمية وكانوا هم ذوى ميول ادارية ، فانه يحصل على درجة ضئيلة في التشابه . وقد اسفر هذا البحث عن ان العلماء الذين يشبهون زملاءهم شبةا كبيرا ، ويتصلون بهم مرة او مرتين في الاسبوع ، يحققون اكبر قدر من الاداء ، وارتبطت زيادة الاتصال بالزملاء - في حالة التشابه في الميول والقيم بهبوط الانتاج ، اما العلماء الذين يتصلون بزملاء يختلفون عنهم في قيمهم ، فان الاتصال اليومي ارتبط بأعلى قدر من الاداء . وهكذا فان الاتصال وحده لا يرتبط بالاداء ، ولكن الارتباط يظهر عندما نضع كلا من نوعي الاتصال والاداء في الحسبان ، ويميل « بلز » الى تفسير هذه النتيجة ، بان العالم اذا وضع مع مجموعة لا تشبهه ، فانه يحتاج الى قدر من الاحتكاك لكي يعبر هوذة الاتصال . بينما اذا وضع مع مجموعة من الزملاء تشبهه ، فانه لا يكون في حاجة الى الاحتكاك الدائم بهم ، لان مثل هذا الاحتكاك قد يؤدي الى التشتت .

الا ان « بلز » يذكر ان باحثا آخر هو « شيبارد » ( Shepard ) قد توصل ، عام ١٩٥٤ ، في مجال الصناعة الى نتائج مختلفة ، هي انه - بوجه عام - كلما ازداد الاتصال ارتفع

العاملين في اقسامهم وفي ابداعهم هو : العلاقة التي توجد بين الباحث او المهندس وبين المشرف المباشر عليه ، اى المشرف الذى يحدد له الجو الذى يعمل فيه ، والذى من شأنه ان يساعد على استقبال الافكار الجديدة . ووصف بعضهم هذا « الجو » بأنه يتميز باتساع الباحث بحرية الخطأ النزيه ، الذى ينتج عن الجهد المخلص فى السعى لانجاز العمل ، دون نقد او تآنيب .

ومن دراسة - قام بها اعضاء هيئة البحوث الاجتماعية بجامعة ميتشيجان - للعلماء امكن التوصل الى نتائج هامة تتصل بنوع الاشراف المرتبط بالانتاج العلمى المرتفع . حيث تبين انه لا يمكن التعميم على جميع الباحثين ، لانه بينما ارتبطت كثافة العلاقات بين صفار الباحثين والمشرفين عليهم بزيادة الانتاج العلمى ، فانه لم توجد لدى كبار الباحثين علاقة بين كثافة تفاعلهم مع رؤسائهم وبين ادائهم لعلمهم .

وفيما يتصل بمقدار ما يتاح لصفار الباحثين من فرصة اتخاذ قرارات تتصل بمشكلات البحث ، تبين - من هذا البحث ان اعلى اداء يوجد حيث يوجد قدر من التفاعل بين الباحثين والمشرفين عليهم ، بشرط ان يكون لهؤلاء الباحثين الصغار حرية اتخاذ القرارات ، اى ان الرئيس فى هذه الحالة يحث الباحث ويشجعه ، ولا يقوم بتوجيهه ( المرجع السابق ) .

وقد تمكن **بلز** D. C. Pelz من خلال بعض البحوث في مجال الصناعة من التوصل الى نتيجة تتصل بعلاقة « التوحد مع الجماعة » بالاداء العلمى لدى مجموعة من العلماء وهى انه عندما يكون لدى الافراد شعور بالانتماء الى الجماعة المباشرة ، ويكون رئيس هذه الجماعة قديرا ، فان مستوى اداء الرؤوسين يتسهم بالارتفاع ، اما اذا كان لدى الافراد توحيد كبير

الاداء . الا ان هذا التناقض بين التسعين من النتائج يمكن حله بمعرفة اكثر بطبيعة العمل واهداف المؤسسة ، اذ يمكن افتراض انه يوجد في كل من الموقعين قدر من الاتصال بالآخرين ، الا ان المقدار الأمثل (٥١) للاتصال اللازم لأحسن اداء ، قد يكون أقل في انواع النشاط الفردي منه في انواع النشاط التعاوني ( نفس المرجع السابق ) .

ولا شك ان نجاح الفرد في شغل الادوار التي يتوقع منه القيام بها في مجال عمله وإدراكه لطبيعة هذه الادوار ، يحدد الظروف التي يبدع فيها .

وقد أكد « شتاين » ، بناء على دراساته للكيميائيين في البحوث الصناعية ، الفروق بين الادوار التي يتوقع ان يشغلها الفرد ، فما يتوقع من الكيميائي في دوره كعامل يكتشف قوانين بعض الظواهر ، ويوصلها للآخرين ، يختلف عما يتوقع منه في دورة كيميائية يخضع لنظام الشركة التي تقف منه موقف الحامي والمعلم ، فتتمتع نشره لاختراعاته قبل تأمين حقوقها ، وعليه بناء على هذا الدور ان يركز اهتمامه فيما هو عملي تطبيقي ، وان ينكر ذاته لان اختراعاته ستنسب الى الشركة او الى المؤسسة ، وان يستطيع توصيل افكاره للاداريين الذين يعدون من العوام في تخصصاته ، وان يكون دائم الاهتمام بما ينفع شركته . وهذا غير ما يتوقع منه كموظف يكون لديه وعي مالي ويتوقع منه ان يظهر تقدما في الانتاج ، وان يدخل في حساباته تكاليف البحث منذ تخطيطه حتى مرحلة الانتاج ، وان يقدم ما سيجلبه هذا البحث الى خزانة الشركة ، كما ان عليه ان يقبل وضعه الوظيفي ولا يحتقر السلطات الادارية ، بل يتوافق معها ويتجنب الصراعات . ورغم ما يتطلبه البحث من استقلال ، فان

الباحث ( كموظف ) جزء من مجتمع الشركة او المؤسسة التي يعمل بها ، وتنطبق عليه قواعد هذا المجتمع ، ولهذا فهو يطيع القواعد العامة المتبعة ، كالانتظام في الحضور ، والتواجد بالعمل عددا معينا من الساعات ، على انه مع هذا الانتظام قد يتطلب الامر احيانا قدرا من المرونة في حرقية التنفيذ ، اذ قد يحتاج الى ايقاف ما يعمل من اجل الاستعانة بشخص آخر ، او اعادة شخص آخر ، او حل مشكله طارئة في العمل . وهذا يختلف عن دوره الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من علاقاته برؤسائه ومرؤوسيه ، ويختلف هذا الدور باختلاف الوضع بالمؤسسة ، واذا كانت الادوار السابقة مكتوبة او منظومة فان الدور الاجتماعي لا يكون كذلك ، اذ يتعلمه الفرد من واقع خبراته او من بعض المقربين . والقيام بالدور الاجتماعي بطريقة ملائمة ضروري لاقامة اتصالات تسهل عمل الشخص ، مما يمكنه من ان يكون مبدعا . ويذكر « شتاين » عشر خصائص او توقعات تتصل بالدور الاجتماعي للشخص ، لا يحققها جميعا شخص واحد ، وان كان الاشخاص الناجحون يحققون معظمها وهي :

#### ١ - تأكيد الذات (٥٢) دون عدوانية .

٢ - معرفة الرؤساء والمرؤوسين كأشخاص ، مع عدم الاختلاط بهم كأشخاص .

٣ - « الانفراد » في العمل ، ولكن مع عدم العزلة والانسحاب وعدم الاتصال بآخرين .

٤ - ان يكون داخل العمل « انيسا » ولكن ليس اجتماعيا .

٥ - ان يكون خارج العمل اجتماعيا وليس ودودا .

Optimum ( ٥١ )

Assertiveness ( ٥٢ )



### التقليل من التقويم والنقد في المراحل الأولى للإبداع يزيد من فرص ظهور أفكار إبداعية :

وقد حاول بعض الباحثين اتباع بعض الطرق لتسهيل عملية التفكير الإبداعي ، ومن أهم الطرق التي اتبعت لهذا الغرض الطريقة التي يطلق عليها اسم « المفكرة » (٥٣) على أساس أنها تعتمد على تبادل التنبيه بالأفكار بين أعضاء جماعة صغرى ( ٥٤ ) أو الاسترسال (٥٥) وتقوم هذه الطريقة على أساس افتراض أن التقويم والنقد في المراحل المبكرة من عملية الإبداع يكف الأفكار ، وبالتالي فإن الفصل بين النطق بالفكرة وبين تقويمها بهيء جوا متسامحا خال من النقد ، مما يسهل ظهور عدد أكبر وأجود من الأفكار ، تتم عملية تقويمها فيما بعد . ويطلق على هذه الطريقة التي تعتمد على إطلاق العنان للأفكار إذا استخدمها أحد الأفراد « مبدأ تأجيل الحكم » (٥٥) .

ورغم أن التدريب على طريقة « المفكرة » وتأجيل الحكم على الأفكار أو تقويمها ونقدها يؤدي إلى زيادة الأفكار الجيدة التي ينتجها الأفراد - على الأقل فيما يتصل بمشكلات معينة ( مثل تلك التي تقدمها اختبارات جيلفورد للإبداع ) ، كما تدل على ذلك بحوث « بارنز وميدو »

(Parnes, S. J. & Meadow, A. 1959, 1960 Meadow, A. et al, 1959 ,, a ,, b ) فإن نتائج استخدام « الجماعات الصغيرة » لهذه الطريقة ، متعارضة وغير منتظمة ، مما يبرز أهمية البحوث التجريبية الدقيقة التي تمكن من تقويم كفاءة هذه الطريقة وتحديد أساليب الإفادة منها في الجماعات « الصغيرة ».

٦ - « يعرف مكانه » مع الرؤساء ، دون خجل أو تذلل أو خضوع أو تسليم أعمى بما يقولون .

٧ - يتوقع منه أن « يعبر عن رأيه » دون تحكم .

٨ - قد يتصف بالخلق أو الباقية ، عندما يحاول الحصول على شيء ، كمزيد من الاعتمادات أو العاملين معه ، ولكنه لا يتصف بالكر والاحتيال .

٩ - يتصف في كل علاقاته بأنه مخلص وأمين ، وذو هدف ودبلوماسي ولا يقبل « القطع » أو عدم المرونة أو الميكافيلية .

١٠ - يتصف في المجال العقلي بالانفتاح دون ضحالة ، والعمق دون حذقة ، والصرامة أو الدقة دون مبالغة في النقد .

وفي دراسة قام بها نالاب R. W. Knap لتحديد خصائص الأقسام المنتجة - العلماء بخمس عشرة جامعة أمريكية بانتاجها للعلماء ، بحثت العلاقة بين انتاج اقسام العلوم - للعلماء ، الذين كانوا عند اجراء البحث قد حصلوا على درجة البكالوريوس أو الدكتوراه فيما يتصل بالطابع التعليمي والروح المعنوية للقسم . وقد كان من أكثر العوامل التي اظهرت ارتباطا مستقلا له دلالة « روح الجماعة الواحدة esprit de corps » للقسم كما تنبى في دفع العلاقات والاتصالات الإنسانية ، مع صرامة المعايير الأكاديمية التي تتطلب بيئة عقلية خاصة . أي ان القسم الناجح كان يتميز بدفع العلاقات ، ولكنه كان كذلك يتطلب معايير أكاديمية وبيئة عقلية خاصة .

Brainstorming ( ٥٣ )

Synetics. ( ٥٤ )

Principle of deferred judgment. ( ٥٥ )

ونستطيع تصنيف جوانب الاهتمام باستخدام طريقة المفكرة في « الجماعات الصغيرة » الى زاويتين :

### الاولى :

هى **مقارنة انتاج الجماعة** من الافكار عند استخدامها لهذه الطريقة ، وعند عدم استخدامها على اساس الاعتقاد بان استخدام هذه الطريقة يخفف من معايير التوزيع في الجماعة ، مما يترتب عليه زيادة انتاج الافكار الجيدة .

وقد قام « بارلوف وهاندلون Parloff, M.B. and Handlon, J. H. » بتقديم عدد من المشكلات الى « أزواج » (٥٦) من الاناث لحلها . وقد قسمت ظروف الحل الى نوعين :

**الاول :** يتصف بدرجة للنقد عالية او مشددة (٥٧) .

**والثاني :** يتصف بدرجة للنقد منخفضة او مخففة (٥٨) .

وقد سجلت مناقشات البحوث والحلول التى توصلن اليها ، ثم طلب الى كل اثنتين ان تقدموا ما توصلتا اليه من حلول ، في صورة مكتوبة ، بعد نقدها وتقويمها .

وبعد تصنيف الحلول المقدمة ، تبين ان المجموعة التى عملت في ظروف **النقد المخففة** انتجت من **الافكار عددا اكبر** - سواء من ناحية العدد المطلق او من ناحية الجودة . مع ملاحظة ان المجموعة التى عملت في ظروف **النقد المشددة** انتجت ، اثناء نقاشها ، عددا اكبر

من الحلول الجديدة . ولما كانت المجموعات التى عملت في ظروف « نقد مشددة » تقدمت بنسبة من الحلول اقل مما تقدمت به المجموعات التى عملت في ظروف نقد مخففة ، فقد استنتج « بارلوف وهاندلون » ان طريقة المفكرة تنتج افكارا جيدة اكثر ، لانها تسمح للشخص ان يترك مسئولية الحكم على افكاره للآخرين .

### اما زاوية الاهتمام الثانية :

فتتصل بمقارنة استخدام طريقة « المفكرة » مع تأجيل الحكم على الافكار في بداية عملية الابداع باستخدامها لدى كل فرد على حدة .

ففي تجربة قام بها « دونالد تيلور » ، ويرى ويلوك عام ١٩٥٨ ، قدمت ثلاث مشكلات الى ٩٦ طالبا من طلبة جامعة « ييل Yale » مقسمين الى نصفين ، وزع افراد احد القسمين الى ٢١ مجموعة تجريبية كل منها من اربعة اشخاص يشتركون في حل المشكلات مستخدمين طريقة المفكرة ، اما افراد القسم الاخر فقد طلب منهم « الاسترسال » في افكارهم التى تتصل بالمشكلات بطريقة فردية . ثم وزعوا بعد ذلك على المجموعات الاثنى عشرة ، بطريقة عشوائية . وقد اطلق على افراد القسم الثانى اسم « المجموعات الاسمية » (٥٩) . وفي نهاية البحث ، تبين ان « المجموعات الاسمية » - التى استرسل افرادها في حل المشكلات بطريقة فردية - انتجت ضعف ما انتجته المجموعات الفعلية .

وقد اتبع « بارنر S. J. Parnes » في بحثه المنشور عام ١٩٦٣ ، نفس التصميم التجريبي

Dyads	( ٥٦ )
High — critical condition	( ٥٧ )
Low-critical condition	( ٥٨ )
Nominal groups	( ٥٩ )

وان الجماعة تؤثر غالباً ، بالكف ، على اداء احسن الاعضاء .

#### ٥ - الجماعات المتوسطة (٦١) :

تتوسط بين الفرد المبدع والمجتمع الكبير جماعات تتكون من أعضاء المنظمات العلمية او المهنية والنقاد ، وأمناء المتاحف ، واللجان العلمية والفنية ، ومجالس ادارات المؤسسات العلمية والصناعية ... الخ ، وتلعب هذه الجماعات ادواراً حاسمة بالنسبة لعملية الابداع . فهي من ناحية تزود المبدع بتقويم مدروس لعمله مما قد يفقده ، ومن ناحية أخرى تستخدم كمرشحات انتقائية ، يترتب على قراراتها وتقويماتها تزويد بعض الأفراد بالعون والاعتراف بعملهم ، بينما قد تمنع هذه الجماعات الاعتراف والعون عن آخرين ، لهذا فان قرارات هذه الجماعات ذات أهمية عظيمة بالنسبة للإبداع . ذلك ان هذه الجماعات المتوسطة يكون لها تأثيرها في تكوين الرأي العام وعلى خلق أسواق للعمل الإبداعي ، وفي اسراع تقبل الجمهور للمبدعين . ولما كان تقبل الجمهور يرتبط في كثير من الأحيان بالشهرة والشبوع أكثر من ارتباطه بالإبداع ، فان عدم تأييد هذه الهيئات للمبدعين يؤثر في مستقبلهم وتقدمهم وفي فرص تنمية إبداعاتهم . فهذه الجماعات المتوسطة لها اثرها على الإبداع لانها قد تخلق جواً ، او تفرض بناء اجتماعياً ، معارضا يستنفذ من الفرد المبدع طاقات كان يمكنه استخدامها في حل المشكلات التي تواجهه في مجال إبداعه . كما انها عندما تقبل الإنتاج الإبداعي تمد الشخص بتأييد سيكولوجي غاية في الأهمية ، لان قبول هذه الجماعات للإنتاج الإبداعي واعترافاً به يدل على تقبلها للحاجات التي دفعت الشخص المبدع الى الانحراف عن المألوف ، وعدم تقبل الانماط الشائعة

الذي اتبعه « تيلور وزملاؤه » ، وان اختلفت لسوء الحظ - نماذج المشكلات المستخدمة ونوع صدقها او التحقق منها . وتوصل « بارنز » من هذا البحث الى عدم وجود فروق ذات دلالة بين المجموعات الاسمية والمجموعات الفعلية ، وان مالت النتائج الى صالح المجموعات الفعلية .

وفي عام ١٩٦٤ ، حاول « دونيت » (M. D. Dunnette) ادخال تعديلات على تصميم تجربة « تيلور وزملائه - ١٩٥٨ » ، فبدلاً من استخدام مجموعات خاصة مصطنعة ، اعد مجموعات من علماء وعاملين بالاعلان ، سبق ان عملوا مع بعضهم البعض - لاحتمال ان يكون لهذا اثره في تحسين إنتاج الجماعات على إنتاج الافراد . ثم حاول « دونيت » زيادة الضبط التجريبي بان جعل الأشخاص جميعاً يعملون في كل من المواقف الفردية والجماعية مستخدمين في هاتين الحالتين طريقة « المفكرة » مع تأجيل الحكم والنقد .

وقد تبين من نتائج هذا البحث ان مجموع الحلول التي انتجها الافراد جميعاً وهم « فرادى » اكثر - بمقدار الثلث - مما أنتجوه وهم في جماعات . اما من حيث « جودة » الافكار ، فلم يوجد لدى العلماء فرق - ذو دلالة احصائية - بين انتاجهم فرادى وانتاجهم كجماعات . اما رجال الاعلان ، فقد ادى نشاطهم الفردي الى افكار اكثر جودة من نشاطهم في جماعات .

وانتهى « دونيت » الى ان طريقة « المفكرة » تكون اكثر فعالية عندما يستخدمها الافراد الذين يعملون في جوء خال من الاتار الكافة (١٠) الناتجة من تفاعل الجماعة . وهذا يؤكد ما قدمه « توكمان ولورج Tuckman, J. & Lorge, I. » من بيانات تثبت ان اداء الجماعة قلما يتجاوز الاداء الفردي لاجسن الاعضاء ،

Inhibiting influences. (٦٠)

The Intermediate groups (٦١)

يسهل الاتصال بين الناس ، ويجعل من السهل عليهم التعرف على الصور الجديدة للأشياء والأفكار وطرق الحياة ، وتكوين وجهات النظر نحوها ، كما يسهل عليهم تناول الأدوات المادية مما قد يدفعهم الى التفكير .

## ٢ - الاتجاه الفلسفي للحضارة (١٢) :

ويشمل الاتجاه الفلسفي للحضارة - بالمعنى الواسع - الصياغات العلمية والفلسفية والدينية التي تبناها المجتمعات ازاء تصور الإنسان ، ومعنى سلوكه ، وعلاقته بالكون ، والله وبزملائه الآدميين ، كما تشمل القيم التي تؤثر في طريقة حياة الإنسان .

وتساعد هذه الاتجاهات الفلسفية العامة للحضارة الإنسان على أن يجد مكانه في البيئة وعلى أن يشعر بالطمأنينة ، كما أنها تكون بمثابة الإطار المرجعي لاختيار البيانات الجديدة وتقويمها وتناولها . وتتضمن هذه الاتجاهات الفلسفية العامة تقديراً - صريحاً أو ضمناً - يضيف على بعض أنواع النشاط قيمة كبيرة مما يشجع الأشخاص على ممارستها لأنها ستؤدي بهم الى « حياة جيدة » في المجتمع ، كما تضيف على أنواع أخرى من النشاط قيمة ضئيلة أو تحرمها . ويدعم هذا التدرج ، في قيمة انواع النشاط المختلفة ضغوط اجتماعية عديدة .

وتؤثر الفروق في القيم المرتبطة بمختلف انواع النشاط في المجالات التي يمكن أن يظهر الإبداع فيها . فمثلاً قد تضيف حضارة معينة قيمة كبيرة على التفلسف والتأمل النظري ، بينما تقلل من شأن الأعمال الحرفية او التي تتطلب مجهوداً جسدياً كما كان الحال لدى اليونان ، في حين تضيف حضارة أخرى قيمة كبرى على كل ما له فائدة عملية واضحة كما كان الحال لدى الرومان في الماضي والأمريكان في الحاضر ، وقد عانت أوروبا في العصور الوسطى المظلمة من الجهل بالقواهر الطبيعية

وغزو المجهول. وبهذا تعبر الجماعة عن التشابه بل التوحد بين رغباتها ورغبات الشخص البدع . وهي بهذا تشترك مع الفرد البدع - بمعنى من المعاني ، في عملية الإبداع ، لأنها عندئذ تتقبل الانتاج الإبداعي على أنه يعبر عن بعض حاجاتها ويقول ما كانت تريد الجماعة أن تقولها ولكنها عجزت عن قوله . فضلاً عن ان الانتاج الإبداعي قد يعطى اتجاهها جديداً للتجربة ولسلوك الجماعة .

ونظراً لأهمية هذه الجماعات المتوسطة في تشجيع الابتكار أو العقاب عليه فان عدداً كبيراً من المجتمعات الحديثة التي تحرص على تنمية الإبداع لدى أبنائها ، اتخذت من الضمانات ما يوفر وجود عناصر شابة من المبدعين داخل هذه الجماعات واللجان بالإضافة الى وضع معايير للاختيار تشجع التجديد لدى المواهب الإبداعية الأصلية .

## ب - العناصر الثانوية أو العامة للسياق الاجتماعي :

ومن أهم العناصر العامة للسياق الاجتماعي التي تؤثر على الإبداع :

### ١ - البيئة الطبيعية والموقع الجغرافي :

تؤثر البيئة الطبيعية تأثيراً غير مباشر على الإبداع ، بما تحويه من انواع المصادر الطبيعية ومقاديرها ، مما يؤثر في انواع الانتاج وأدواته والأشكال التي يتخذها . فما يتوقع من نماذج إبداعية للمنازل في مجتمع قائم على البر ، غير ما يتوقع منها في مجتمع محاط بالبحر ، وما يتوقع في مجتمع صحراوي ، غير ما يتوقع في مجتمع زراعي .. الخ

كذلك فان الموقع الجغرافي يؤثر في عملية الاتصال ، فمثلاً عدم وجود عوائق طبيعية

جهود ، في مجال إبداعه ، لولاها لما أمكن لهذا الانتاج الإبداعي أن يتم . ويذكر « أوجبرن Ogburn, W. F. » أن ١٢ شخصا ساهموا في تنمية الآلة البخارية بين عامي ١٦٠٥ و ١٧٨٥ عندما اعطاها « وات Watt » صورتها المميزة . وينتهي « أوجبرن » من هذا الى أنه رغم عظم شأن « وات » ، فإن اتمام الآلة البخارية لم يكن وقفا عليه وحده بالذات ، لأنه من غير المعقول ان ننصور عدم حدوث الثورة الصناعية اذا كان « وات » قد توفي في طفولته . ويذكر انه توجد امثلة عديدة « لاستعداد » الحضارة للتطور المبدع ، وأبرز مثال على هذا نزامن الاختراعات ( الاكتشافات ) التي يتوصل اليها ، في وقت واحد ، باحثون مستقلون في مناطق متفرقة . ويصل ما يخصه « أوجبرن » من هذه الحالات الى « ١٤٨ » حالة ، مما يدل على ان الكتوف والاختراعات محدود بالحضارة ، وانه لم يمكن التنبؤ بظهورها في وقت محدد ، فان ظهورها لا مفر منه .

ويتصل ايضا بالاستوى المتاح من الحضارة مقدار ما يقدم - في المجتمع الحديث - للباحثين بالدول المختلفة من فرص الاطلاع على أحدث المحلات والكتب العلمية ، وتيسير مهمة الاتصال باقطاب العلم في جميع انحاء العالم ، عن طريق الزيارات والندوات والمؤتمرات .. الخ .

ويتصل « بمستوى التقدم الحضارى » ، ما تتحبه بعض الاختراعات الجديدة من فتح مجالات جديدة للبحث او التمكين من كشوف جديدة ، وهنا نذكر ما أسسده وجود الميكروسكوب والتليسكوب والسبيكترو سكوب (١٥) والأدوات الكهربائية والكيميائية الاخرى ، من تقوية لقدراتنا على معرفة بيئتنا

وعدم الاصابة في العلم ، لاصطباغ المعرفة عندئذ بالطابع المدرسي حيث كانت الجهود تتركس في دراسة كتب المنطق والميتافيزيقا دون ملاحظة الطبيعة .

ويؤثر الاتجاه الفلسفى السائد في تفويم الصياغات والنظريات الجديدة ، وفي تقبلها او رفضها . فقد كان من السهل على اليونان تقبل الصورة التي قدمها « بطليموس » عن العالم ، لان فلاسفتهم كانوا يعدون الحركة الدائرية والفلك الدائري هما ما يمكن وصفهما بالبساطة والطبيعية ، وذلك في نفس الوقت الذي وجد فيه افتراض ان « الشمس هي مركز الكون (١٦) » الذي لم يلتفت اليه بما فيه الكفاية . اكثر من هذا فقد كان يمكن - كما قال بطليموس - حساب اوضاع النجوم والكواكب بأقل نوع من الهرطقة (١٧) الميتافيزيقية .

وكذلك فان الاتجاه الفلسفى السائد يكون له اثره في اختيار الطرق المناسبة لتناول الحقائق . وعلى هذا الاساس قد تصطبغ الطرق والمناهج بالاتجاه التحليلي العقلي او الاتجاه الحدسي او الاتجاه التجريبي .

### ٣ - مستوى تقدم الحضارة :

يؤثر مستوى التقدم الذى بلغته الحضارة في الموقف الذى يبدأ منه الفرد عملية الإبداع ، بحيث يمكن افتراض انه اذا وجد شخصان متشابهان ، لدى كل منهما الصفات الشخصية اللازمة للإبداع ، ولكنهما يختلفان في مكان مولدهما وزمانه ، فانه يتوقع ان ما يصدر عن احدهما يكون مختلفا عما يصدر عن الآخر . وعلى هذا لا يمكن تصور ما يصدر عن العبقري ، في مجال الفن او العلم الا في ضوء ما سبقه من

Heliocentric hypothesis. ( ٦٣ )

Heresy ( ٦٤ )

( ٦٥ ) أى المراقب الطبيعى

حد المعيار للإبداع - مثل ما يختار كنماذج للرسم في معرض الفن الحديث - بينما تتجاهل بعض التجديدات نهائيا فتعجل بالقضاء عليها ( Stein, M. I., Cultural Context of Crealin )

#### ٤ - الفرص التربوية والخبرات المتاحة :

إذا كان الإبداع يعتمد على المعلومات الموجودة في المجتمع ، فإنه لكي يظهر الإبداع لا بد أن يصل هذه المعلومات الموجودة الى الفرد المبدع الذي يشكلها تشكيلات جديدة . وهذه المعلومات قد تنقل خلال العلاقات الرسمية او غير الرسمية بين الافراد وهنا نسير الى أهمية العلاقات الرسمية التي تسهم فيها امكانيات المجتمع . ذلك أنه كلما زاد عدد من تتاح لهم فرصة تحصيل التراث الحضاري ، زادت امكانيات التطوير الإبداعي . ومع ذلك فإننا نجد في مختلف المجتمعات قيوداً على عدد الاشخاص الذين تتاح لهم فرصة المعرفة التي يرغبون في تحصيلها والتي تلزم للإبداع وعلى نوع هؤلاء الاشخاص ، كان يشترط فيهم ان يكونوا من طبقة معينة او جنس معين او لون معين أو يستطيعون اداء أموال معينة . . . . . الخ - وقد تطول أحيانا فترة التدريب بحيث ينشغل الفرد بمجرد انتهائه من التحصيل بحاجاته اليومية لتعويض ما فاتته مما يشغله عن الإبداع ( المرجع السابق ) .

وفي ضوء الظروف الحضارية العامة التي تحدد للافراد - الذين تتوفر فيهم مواصفات أو شروط خاصة - أدواراً معينة ترتبط بما يتاح لهم من أنواع الخبرات ، نستطيع ان ننظر الى نتائج البحوث التي يقارن فيها بين الذكور والإناث ، والتي تدل على أن الذكور أكثر بوقاً في القعدة على الإبداع من الإناث ، بطريقة ذات دلالة ، في حل المشكلات ، حتى مع مراعاة تماثل كل من الذكور والإناث في الذكاء والقدرات المختلفة والمعلومات النومية المتصلة بهذه المشكلات .

( Sureeney, E. J., 1953 ; Carey, G. L., 1958 )

الطبيعية . وما أدى اليه التقدم الصناعي من خدمات جليلة تساعد على ظهور الإبداع ، ولنا ان نتصور مدى التقدم الذي حدث بعد ظهور الطباعة ، وما حققه ذلك من فرص إطلاع العقول التي يحتمل ان تكون مبدعة على الأفكار المفيدة ، وكذلك ظهور الآلات الحاسبة الالكترونية شديدة السرعة ، التي تقوم بعمليات تمثل بعض جوانب عملية التفكير ، مما قدّم أجّل الخدمات للعلم بسبب سرعة إنجازها للعمليات الحسابية والرياضية ، وحديثاً - بفضل جهود الرياضيين والمهندسين البارعين - أصبح لهذه الآلات الالكترونية مقدرة فائقة على التذكر - أكثر بكثير مما تستطيع ذاكرتنا - ، وعلى حل المشكلات الرياضية المعقدة ، مما يؤثر على العلماء الكثير من الوقت والجهد . بل ان التقدم الصناعي الحديث ساهم في تحرير الانسان من العمل البدائي ، واثاح له فرصة الفراغ يمكنه استغلالها في تكوين عادات عقلية مفيدة . هذا بالإضافة الى ما اسدها تقدم وسائل المواصلات ووسائل الاتصال من توسيع دائرة المنتفعين بالعلم ، وسرعة الاتصال بين العلماء ( Harmon, L. R., 1956 ) وحتى في مجال الفن ، فان اختراع أنابيب الألوان جعل من الممكن لرسم المناظر الطبيعية ان ينجز رسمه مباشرة من الطبيعة .

على ان الحضارة عندما تصل الى نقطة تبدأ عندها في التدهور ، او عندما تصل الى درجة التشبع ، حيث لا يمكن الاضافة الى مجالات النشاط التي بلغت ، يصبح كل ما يظهر من أعمال تكرارياً !! وحتى اذا وجدت تجديدات - بعد ظهور مرحلة التشبع هذه - فإنه لا ينظر اليها عندئذ على انها تبلغ المستوى المرتفع للإبداع الذي بلغتة الأعمال التي سبق وجودها . أي ان قوى حضارية لها اثرها هي التي تختار من بين التجديدات في هذه المرحلة فتتسامع مع بعض محاولات التجديد وتساندها ، وتساعد على ظهور صور جديدة ، او ترفع بعضها الى

الجهد للحلول العاجلة ، فضلا عن توفير الأموال اللازمة للأدوات والمواد التي تستخدم في حل هذه المشكلات . على أن ظروف الحرب وحدها لا ينتج عنها بالضرورة زيادة الإبداع ، لأن الحرب مع أنها قد تدفع إلى تنفيذ أفكار مفيدة لأفراد مبدعين وإخراجها إلى حيز الوجود - رغم ما تتطلبه من تكاليف - طمعا في فائدتها ، فإن هذه الظروف نفسها قد تستنفذ عددا كبيرا من الأفراد ونقض عليهم مما يقلل من المصادر المختلفة لظهور الأفراد المبدعين . فضلا عما يتخذ بسبب الحرب من إجراءات أمن من شأنها أن تحد من حرية التعبير ومن ثم تقلل من فرص ظهور أفكار جديدة .

#### ٦ - العوامل الاقتصادية :

قد يكون للعوامل الاقتصادية تأثير مباشر على الإبداع ، عندما تشجع هيئات معينة إنتاج أعمال إبداعية بعينها ، عن طريق ائجاز العطاء مقابل إنتاج هذه الأعمال ، مما يؤدي إلى التركيز على إنتاجها وتنميتها . كما قد يكون لهذه العوامل الاقتصادية تأثير غير مباشر على الإبداع ، عندما يؤدي توافر الظروف الاقتصادية الملائمة إلى إزالة بعض العقبات أمام الإبداع ، مثل اناحة وقت الفراغ أو توفير الطاقات للأعمال الإبداعية .

#### ٧ - التنظيم الاجتماعي (١٦) :

بتمايز الأفراد من مختلف الطبقات والطوائف الاجتماعية بأنواع من الامتيازات والالتزامات وقد يؤدي هذا التمايز إلى الحد من الاتصال بينهم ، وبالتالي يؤدي إلى الحد من البيانات والخبرات الميسرة لفئة من الفئات ، مما يقلل من كمية التنبيه التي تتعرض لها هذه الفئة ، فتقل بالتالي فرص الإبداع لدى أفرادها . وعلى العكس من ذلك ، قد يؤدي هذا إلى حث

ومن هذه البحوث ذلك البحث الذي أجرى في جامعة كاليفورنيا وتبت منه أن عدد المفوقين في التفكير الإبداعي من الذكور أعلى بكثير من عدد الإناث ، وأن كانوا - أي الذكور المتفوقين في الإبداع - يعملون للحصول على درجات مرتفعة على مقياس الميول الانسانية ! ويعلق « د . تلو » على هذه النتائج بأنه مع عدم استبعاد أثر العامل البيولوجي ، يميل إلى الاعتقاد بأن الفروق بين الجنسين إنما ترجع إلى الفروق في خبرات كل من الذكور والإناث في الحضارة المعاصرة .

وبناء على هذا نستطيع أن نتوقع أن يتفوق الإناث على الذكور ، إذا قدم لكل منهم أنواع من المشكلات التي تراكمت لدى الإناث عنها خبرات - على مدى الأجيال ، مثل : حسن التصرف في مشكلات الحياة اليومية ، وغيرها من المشكلات التي تكون المرأة مدبرة عليها غالبا أو طرفا فيها وتحلها في إطار الدور الاجتماعي المحدد لها . . . . . الخ . وقد تأيد هذا التوقع إلى حد كبير من خلال بحث قامت به الباحثة المصرية ناهد رمزي ( رسالة ماجستير غير منشورة ١٩٧٢ ) .

#### ٥ - العوامل السياسية :

تعمد النظم السياسية - التي نحى حقوق الإنسان وتضمن حريته في التعبير عن نفسه - الشخص بشعور بالطمأنينة والاستغلال ينعكس في أنواع نشاطه الأخرى . وعلى العكس من ذلك ، فإن النظم السياسية التي تضع قيودا على التفكير ، قد تؤدي إلى الحد من مجالات التعبير والتجريب والتجديد . كما أن ظروفًا سياسية أو قومية معينة ، قد تدفع إلى تعبئة الطاقات وإلى تشجيع المبدعين في مختلف المجالات . وقد تخلق الحروب حاجيات ومشكلات مما يدفع عدد كبيرا من الأفراد لبل

المجتمع - هذا فضلاً عن تأكيد حقوقها الإنسانية المتروعة في التعليم والعمل .

وبعد . . لعل هذا المقال قد تمكن من إعطاء صورة واضحة على قدر الامكان عن أهمية التفكير الإبداعي في المجتمع الحديث ، ومن ازاحة بعض الأستار - بطريقة علم النفس الحديث - عن طبيعة هذا التفكير والسياف الاجتماعي أو الظروف الاجتماعية التي يمكن أن ينمو فيها .

على أمل أن تلحق مجتمعاتنا العربية بركب الإنسانية وتحقق نموذج المجتمع العربي الحديث الذي يدعم الإبداع ويدعمه الإبداع . . نحيب بتصل حاضر أمتنا ومستقبلها بماضيها المجيد . ،،،

بعض الأفراد على الإبداع وتركيزهم لجهودهم وطاقاتهم لهذا الفرض ما دام الحصارك الاجتماعي (٦٧) - الى فئات أعلى ممكنا عن هذا الطريق ، على أن هذا يتطلب جراحة نادرة للتنفذ الى الفردية والإبداع دون اعتماد على ضمان من المركز الاجتماعي ( نفس المرجع السابق ) .

وقد ظهر حديثا اتجاه يلج على أهمية العناية بالفئات الاجتماعية والطبقات المهضومة الحقوق - حتى في أكر المجتمعات نمواً من الناحية الاقتصادية - ( مثل الزنوج بالولايات المتحدة الأمريكية ) ، من أجل ما يمكن أن تسهم به هذه الفئات الاجتماعية ، المهضومة الحقوق في تنمية طاقات الخلق والإبداع في المجتمع بأسره ، اذا أتاحت لها نفس الفرص المتاحة لبقية فئات





## ( المراجع Reference )

- سوييف ( مصطفى ) الأسس النفسية للإبداع الفنى والشعر خاصة ، القاهرة دار المعارف ، ١٩٧١ .
- سوييف ( مصطفى ) قياس قدرات الإبداع الفنى ، مجلة الفكر المعاصر ، فبراير ، ١٩٧٠ .
- السيد ( عبد الحليم محمود ) الإبداع والشخصية ، دراسة سيكولوجية ، القاهرة دار المعارف ١٩٧١ .
- رمزى ( ناهد ) : دراسة تجريبية للعروق بن الجنسين فى العذرات الإبداعية ، رسالة ماجستير غير منشورة ، جامعة القاهرة ، ١٩٧٢ .
- ANDERSON, H. (ed.) Creativity : and Its Cultivation, New York, Harper, 1959.
- ARASTEH, A. Rand Arasteh, J. D. Creativity in The Life Cycle, E. J. Brill, Leiden, 1968.
- BERGSON, H., L'evolution Creatrice, Press Universarre de France, Paris, 1948.
- BRONOWISKI, J., The Creative Process, Scientific American, 1958, 3, PP. 59—65.
- BURT, Cyril, Critical Notice, The Psychology of Creative Ability, Brit. J. Educ. Psychol, 1962, 32, 3, pp. 292—298.
- CAREY, G. L. Dex differences in Problem solving as a Function of attitude differences. J. Abno. Soc. Psychol 1958, 56 : 256—260.
- DUNNETTE, M. D. Are meetings any good for solving problems ? Personnel Administration, March-April, 1964, 12—29.
- GUILFORD, J. P. Creativity, Amer. Psychol., 1950, 5, 444—454.
- GUILFORD, J. P., The Structure of intellect. Psychol. Bull 1956. “ b ” 53., 267—293.
- GUILFORD, J. P., Frick, J. W. Christensen, P.R. and Merrifield, P.R., A factor-analytic study of flexibility in thinking. Univ. Southern California, Rep. from the Psychol. Lab. No. 18 1957. “ a ”
- GUILFORD., J. P., A Revised structure of intellect, Report from the Psychological laboratory No. 19, Los Angeles Univ. of Southern California, 1957. “ b ”.
- GUILFORD, J. P. Traits of Creativity. In H. Anderson (Ed.), Creativity and its Cultivation. New York, Harper, 1959, (a). PP. 142—161.
- GUILFORD, J. P. Three faces of intellect Amer. Psychol. 1959, “ b ”, 14, 8, 469—479.
- GUILFORD, J. P., and Merrifield, P.R., The structure of intellect model : its uses and implications. Report from Psychol. Lab. No. 24 Los Angeles : Univ. of Southern California, 1960.
- HOEPFNER, R. ; guilford, J.P. Merrifield, P.R. A factor-analysis of the Symbolic Evaluative Abilities, Report from Psychol. Labor. No. 33, 1946.
- KNAP, R. H. Demographic, Cultural and Personality Attributes of Scientists, in the 1955 Utah Conference on the Identification of Creative Scientific Talent, Salt Lake City : Univ. Utah Press, 1956.

- MAYMAN, Martin ; Shafer, Ray ; Rapaport, D., Interpretation of the Wechsler-Bellvue Intelligence Scale in Personality Appraisal, in : Anderson, H.H. and Anderson, G.L. **An Introduction to Projective Techniques**, New York, Prentice-Hall, 1951.
- PARLOFF, M. B. & Handlen, J. H. The influence of criticalness on creative problem-solving in dyads. **Psychiatry**, 1964, 27, 17—27.
- PARNES, S. J. and Meadow, A. Effects of "Brainstorming" instructions on creative problem solving by trained and untrained subjects, **J. Ed. Psychol.**, 50, No. 4, 1949.
- PARNES, S. J. The deferement-of judgment principle : Clarification of the literature, **Psychol. Reports**, 1963, 12, 5 ٤١-522.
- STEIN, M. I. The Creative Process, paper presented at the University of Chicago—Business School, **McKinsey Seminar on Creativity**, February 1—3, 1962.
- STEIN, M. I., **Crutural Conext of Creativity**, a paper prepared while The author was a Fellow at the Center for Advanced study in the behavior sciences, (Mimeo).
- SWEENEY, E. J. **Sex Differences in Problem Solving**, Department of Psychol., stanford Univ., Stanford, Calif., 1957.
- TAYLOR, C. W. (ed.) **Creativity and polential**, Mc Graw-Hill, New York, 1964.
- TAHLOR, D. W. Variables related to creativity productivity among men in two research laboratories. In : C. Taylor (Ed.), **The 1957 Univ. of Utah Research Conference on the Identification of Creative Scientific Talent**. Salt Lake City Univ. Utah Press, 1958, 20-54.
- TAYLOR, D. W., Berry, P.C. & Block, C. H. Does group participation when using Brainstorming facilitate or inhabit creative thinking ? **Admin. Sci. Quart.** 3 : 1958, 25-47.
- TAHLOR, D. W. Thinking and creativity. **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, 1960, 91, 108-127.
- TAHLOR, C. W., and Williams, F. E. (eds.) **Instructural Midia and Creativity**, John Wiley, New York, 1966.
- TERRANCE, E. P. **Gulding Creative Talent**, New Jersey, Prentice - Hall, Inc., 1964.
- WILLIAMS, F. (Ed.) **Creativity at Home and in School**, St. Paul, Minnesota : Macalester Creativity Project, Macalester College, 1968.



## بيكاسو

## أحمد رسي

وبصديرياته « . ويمضي أهرنبروج ، في  
نساؤلاته قائلا : « حقا ، ان الذين تصدوا  
للكتابة عن بيكاسو كثيرون ، ومن بينهم أصدقاء  
وليثقو الصلة بالفنان ، والبعض ممن التقوا به  
أو راوه بمحض الصدفة . لكن ليس هذا هو  
السبب الذي يجعلني أشعر بصعوبة التحدث  
عن بيكاسو . فكم من المرات خيل لي ، كما  
يحدث لغيري من الكتاب ، عندما أنهيا للجلوس  
الى مكتبي ، ان الموضوع الذي كنت بصد

في عام ١٩٦١ ، وبمناسبة الاحتفال بعمر  
٨٠ عاما على مولد الفنان بابلو بيكاسو ، تساءل  
الكاتب (١) السوفيتي الينا أهرنبروج « لماذا  
أشعر بصعوبة عند الكتابة عن بيكاسو ؟ ربما  
لأنه ذائع الصيب ، أو لأن مئات الكتب قد كتبت  
عنه ، أو لأن هناك العديد من الدراسات  
المطولة ، لا المتعلقة بكل عمل من أعماله  
فحسب ، بل والمتعلقة أيضا بكل محترف عمل  
فيه ، بكلايه ، بحمايانه ، وبقيعانه

Ehrenbourg, Flya ; " Ce Jeune Homme, " Le Lettres Francaises, 26 Octobre ( ١ )  
au 1er novembre 1961 No. 898 (Special pour les 80 ans de Pablo Picasso) 80 ans.

« هل من العدل في شيء أن نخلع نعت « المدمر » على رجل مؤجج بالظلم إلى الخلق ، على رسام لم يفعل شيئاً ، طوال حقبة تنوف على الستين عاماً ، وبدون الققطاع ، غير البناء . رسام ظل يبني دائماً ، رسام انضم إلى رفقة الشيوعيين ، بدون أن يفاضل بين عقيدهم وبين الفوضوية واللامبالاة أو النشازية التي تستهوى الفنان في العادة ؟

« في الوسع القول - وهذه هي الحقيقة - أن بيكاسو يشعر بالتجدد داخل محترفه ، وأن الجهول في العالم الاستيطقي، لبعض «قصاته»، يزعمه ، وأنه يفضل الوحدة على الاجتماعات والمؤتمرات . ومع ذلك ، كيف ننسى انفعاله خلال سنوات الحرب الاهلية الإسبانية ؟ كيف ننسى حماماته ، ومساهمته في حركة انصار السلام ، وبطاقة عضويته للحزب ، وملصقاته، ورسوماته ، من أجل الإنسانية ، وما إلى ذلك من مواقف أخرى ؟

« خلال حقبة مونمارتر ( الباتو - لافوار Bateau-Lavoir ) التي لم اعاصرها ، وخلال حقبة « الروتوند La Rotonde » التي حاولت وصفها ، كنا شباباً ، مولعين بالتجوال ، كما كنا نشتهر « بالشباب الرنة » . لكن بيكاسو احتفظ بولعه بالزواج والمخاللة حتى سن الثمانين . واليوم أيضاً ، يقف عارياً أمام عدسات التصوير ، وبداعب ضيوفه المرموقين ، ويشترك في مباريات مصارعة الثيران . لقد انجز سلسلة من أعمال الحفر باسم « **الرسام وموديله** » . وهنا يستدعي الرسام تارة روبنز Rubens ، وتارة أخرى ماتيس Matisse في شيخوخته ، ونستطيع أن نرى في أركانه موديلات عارية أو شخصاً لفيلاسكوز Velasquez أو غيره من أساتذة التصوير الشيوخ ، وبينهم دائماً يظهر قرد ، وهذا القرد شبيه ببيكاسو ( أنه يضحك على نفسه ، ولكنه في نفس الوقت ، واثق كل الثقة ، ومزهو كل الزهو بشخصه ) . وإذا استمعنا إلى بيكاسو ، لا يستطيع المرء أن يحدد بدقة متى انتهى من

معالجته ، سبق أن عولج منذ وقت بعيد . من المؤكد ، أن وصف أمطار الخريف البسيطة ، لأم أكثر صعوبة من وصف اقلاق طائرة نفاثة . ومع ذلك سأحاول ، في هذا المقال ، أن اتحدث عن أشياء معينة ، تحدث عنها آخرون من قبلي ، وعلى نحو أفضل . أن الصعوبة هناك .. انها كامنة في بيكاسو نفسه .

« ذات يوم قال لي فنان - يعد من الفنانين العظام - « بيكاسو مبغى ، لكنه لا يجب الحياة ، ومع ذلك ، فالن تأكيد للحياة » . هذا صحيح ، كما أنه صحيح أيضاً ، أن بيكاسو يحب حباً جما ، الناس والطبيعة والفن والحياة ، وهو لا يهدأ أبداً ، لأنه يتمتع بفضول المراهق . أن كثيراً من لوحاته ، لا تحدثنا عن جمال الوجود فقط ، ولكنها تحدثنا أيضاً عن الحرارة التي تستشعرها الحواس ، عن ذوقه ، عن عبقه . وقد أبرز ، أولئك الذين كتبوا عن بيكاسو ، ميل الفنان إلى تشريح العالم المرئي ، وإلى تفكيك أوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، وإلى هدم كل ما هو قائم ، البعض أدرك قوة وطبيعة الفنان الثورية ، والبعض الآخر تحدث بسخط أو أسف عن « روح التدمير » عنده ، وفي نهاية الأربعينات ، وبينما كنت أقرأ آراء بعض نقادنا عن موضوع بيكاسو ، روعت لأحكامهم التي جاءت متفقة مع آراء تشرشل وترومان ( كان الأول رساماً ، والثاني موسيقياً بالهواية ) الذين ادانا بيكاسو التائر . لقد شعرت ، أكثر من مرة ، بقوة بيكاسو التدميرية . لقد مرت حقبة ، لم أكن أشعر خلالها ، بغير هذه القوة في أعماله ، ومع ذلك ، كانت هذه الأعمال تملأني بالبهجة والألهام . إلا أن هذا الإحساس ، كان مرجعه إلى سيرتي الذاتية ، وليس إلى بيكاسو ، ( حقيقة هناك بعض أعمال لبيكاسو التي أشعر أنه لا يمكن تقبلها ، ولست أدري ما الذي يجعل طلبة امرأة فانتة ، خليفة بالكرامية منذ الوهلة الأولى ) .

التي اشار فيها الى « ميل الفنان الى تشريح العالم المرئي ، والى تفكيك اوصال الطبيعة والاخلاق على حد سواء ، والى هدم كل ما هو قائم » .



درج النقاد والمؤرخون على تقسيم انتاج بيكاسو الى عهود متعددة ، وفقا لخواص كل عهد ، مثل العهد الازرق والعهد الوردى والعهد التكميى والكلاسيكية الجديدة ، الى ما هنالك من عهود اخرى في حياة الفنان الشخصية . واذا حاولنا ان نمسك بأيدينا طرف خيط هذا الميل الى تشريح العالم المرئي ، لما وجدنا اية مشقة في ذلك . فخلال الفترة فيما بين عام ١٩٠٠ ، وهو تاريخ رحلته الاولى لباريس وعام ١٩٠٧ حيث رسم بيكاسو لوحته التاريخية « فتيات افيشيون » ، لم يخرج انتاج الفنان على النظرة المألوفة للفن ، ولم يكن يختلف كثيرا عن انتاج غيره من فناني مدرسة باريس . بل انه بالرغم من نبوغه المبكر لم يسلم في بداية حياته من التأثير بفناني عصره الكبار مثل « شتاينلين » و « تولوز لوتريك » و « فان جوخ » و « فوييار » . وقد تجلت هذه التأثيرات في لوحاته التي عرضها في جاليري « فولار » في باريس عام ١٩٠١ . كما لم تخرج موضوعات لوحاته عن الموضوعات التقليدية الشائعة بين معاصريه مثل مشاهد الملاهي الليلية وسباقات الخيل والمناظر الطبيعية وصور الزهور .

وفي خريف ١٩٠١ ، كان بيكاسو (٢) قد وضع قدميه على طريق « العهد الازرق » فاخفت مشاهد الشوارع الملونة البهيجة والبنوتريجات الرائعة التي كان يرسمها الفنان منذ بضعة اشهر ، لتظهر شخصيات يمزقها الاسى او الجوع في عالم تصبغه الزرقة .

مزاحه ، لانه يعرف كيف يمزح بجدية شديدة ، ويعرف كيف يقول اشياء جادة على نحو يجعل المرء يتقبلها كأنها مجرد مزاح » .

ويختتم ايليا اهرنبورج كلماته بتساؤل آخر ، فيقول : « كيف يجب ان ينطق اسم « بيكاسو » . هل يجب التشديد على المقطع الأخير او قبل الأخير ، او بقول آخر ، ما هي هويته ، هل هو اسباني ام فرنسي ؟ »

ويجب على تساؤله بقوله ، « انه لا مراء اسباني ، من حيث مظهره الفيزيقي ، ومن حيث شخصيته ومن حيث فظاظته واقعيته ، ومن حيث عاطفته المشبوبة ، ومن حيث سخريته العميقة والخطرة » .



اخرت هذه الدراسة المقتضبة والعميقة لايلا اهرنبورج ، لانها في الواقع ترسم شخصية الفنان بخطوط عريضة ، ولعل عشرات بل مئات النقاد والمؤرخين الذين تصدوا للكتابة عن الفنان لم يثبات لاي منهم ان يضع يده على مفاتيح شخصية بيكاسو بهذه البساطة والسهولة . ومع ذلك ، فمن المؤكد ان كل نقطة من النقاط التي اثارها الكاتب ، في حاجة الى ان تفرد لها دراسة متأنية ومستفيضة .

واذا كان ايليا اهرنبورج ، صديق الفنان ، قد هاله الاحساس بصعوبة الكتابة عن بيكاسو ، فما بال كاتب عربي ، لم ير من أعمال الفنان رأي العين ، الا اقل القليل مما في حوزة متاحف العالم .

لذلك سأحاول قدر الجهد ان أقصر هذه الدراسة على جانب واحد من جوانب هذا الفنان المختلفة . والموضوع الذي اخترته هو تحليل للعبارة التي جاءت في مقال ايليا اهرنبورج

ان لوحة « رأس امرأة باللون الأحمر » عام ١٩٠٧ ، والتماثيل الصغيرة التي نحتها في الخشب ، والقناع البرونزي الذي يرجع الى نفس العام ، كل هذه الاعمال تتميز بقيمة « فطرية » ، من المحتمل ان يكون الفنان قد استوحاها من جوجان ، وليس من المنحوتات الافريقية ، بالرغم من ان العهد الذي يبدأ بعام ١٩٠٧ يسمى أحيانا بالعهد الزنجي .

**هل حقيقة أن ماتيس هو الذى عرف بيكاسو على الفن الافريقى ؟ لقد تصادق الفنانان في عام ١٩٠٦ . والمعروف أن ماتيس هو الذى اكتشف في محل الاب سوفاج الكائن في شارع « دى رين » تمثالا من ساحل العاج ، اطلع صديقه عليه . لكن بيكاسو اكد اكثر من مرة انه لم يتأثر بالفن الافريقى قبل عام ١٩١٠ . لذلك يشعر المرء بالبليلة عندما يلاحظ الجانب الايمن من لوحة « فتيات افريقيون » التي يرى فيها عدد كبير من النقاد ارهاصات التكعيبية ، وكذلك جميع الدراسات التي انجزها الفنان خلال هذه الحفبة ، وبصفة خاصة لوحة « الرأس » التي تشبه الى حد كبير القناع الافريقى . كل هذه الاعمال تكشف عن علاقة ما تربطها بقطع النحت التي جلبها المستعمرون من افريقيا .**

ان لوحة « فتيات افريقيون » ، على أية حال ، تكشف بصورة أكثر حسما ، عن ميول تركيبية أكثر مما تكشف عنه لوحة « جيرتود شتاين » أو لوحة « صورة ذاتية » اللتان ترجعان الى عام ١٩٠٦ .

**لكن قبل أن نتعقب نضال بيكاسو من أجل خلق رؤية جديدة وتسجيل وصفي جديد للعالم الخارجى ، علينا أن نجيب على بصفة تساؤلات هامة أخرى .**

واستمر الفنان في تسييد هذا العالم المأساوى الذى تقطر زرقته حزنا ووحشة وكآبة ، حتى عام ١٩٠٥ ، حيث بدأت تخف في اعماله نبرة القلق والتوتر . واختفى الشحاذون العميان والنساء الضامرات الحزينات الذين سادوا طوال العهد الأزرق ، ليشيد الفنان عالما جديدا يتحرك فيه البهلوانات والفنانون الصعاليك المتجولون ، وامتزج الأزرق باللون الوردي ، للتخفيف من حدة الخشونة والوصول بتعبيره الى الببل .

وفي نفس (٣) العام عندما استشعر الفنان خطورة الاستمرار في الطريق الذى شقه بأعمال المهدين الأزرق والوردي ، حول بيكاسو حماسه لممارسة شكل من الفن ، كان قد عالجته لأول مرة في عام ١٨٩٩ ، الا وهو النحت . وتمثال « البهلوان » البرونزي الذى نفذه في عام ١٩٠٥ يبين مدى صعوبة محاولة التخلص من الوقوع تحت تأثير رودان . لكن « الرأس » التي ترجع الى عام ١٩٠٦ ، نحمل علامات خط معالجة طازج ، يتعارض مباشرة مع تأثيرية رودان . وهذا العمل ، ذو الاهمية الكبرى بالرغم من صغر حجمه ، يكشف عن محاولة نحو التركيب والكثافة ، وهى بمثابة علامة تحول بيكاسو عن تكتيك الايهام الطبيعى . فمن الآن فصاعدا ستواجه جميع ملكاته نحو مشكلة الحجم الاساسية . وبعد أن كان لا يبدى اهتماما بالفورم التشكيلي خلال السنوات السابقة ، بدأ في عام ١٩٠٦ يبدى اهتمامه بالفورم وهو الاهتمام الذى لم يخامره وهن حتى نهاية حياته . فالتماثيل والوحات والرسومات ، التي انتجها ، املتها ، ما يمكن تسميته ، بالمتطلبات النحتية .

في الوسع الدفاع عن هذا الموقف بسؤلة ،  
ويدون الاستناد على أساس عنصرى ، لأن  
« زولواجا » كان اسبانيا ايضا ، وقد ارتبط  
بالبرنامج التأتري ، وليس بمجرد تبنى الموقف  
المعكس ، لأن افصل سبيل لتحطيم بقايا  
التأتريه ، كان بالتاكيد الانخراط في رمرة  
الحوسيين .

**الحقيقة انه ما ان ادرك رسالته الخاصة ،  
وعلى امتداد حياته ، ظل بابلو بيكاسو اولا  
وقبل كل شيء ، فرديا ، تستهويه القيم  
التشكيليه الاشياء ، وبنيته ، ومظهرها  
الخارجي ، والتعبير التحتي للاشكال .**

لم يعد يستهويه التدفق الوقتي للتصوير  
التأتري ، ولم يعد يشعر بأى ميل الى الزخرفة  
والالوان المسطحة الخام والتخطيط الهزيل  
للحوشيين . لقد كان فنانا بلغ من الثقافة حدا  
جعله لا يقتنع بالحس الخالص . ماذا كان لم  
يسهم في بحوث الحشيين ودعاة اللذة الحسية ،  
فيما عدا متعته الخاصة او اتخاذها كعمل  
تحدى ، واذا كان لم يمارس على الاطلاق الفن  
الزخرفى او الافراط في استخدام اللون ليكون  
غاية في حد ذاته ، فقد كان من جانب آخر ،  
مدركا لجميع الجهود التى تدور فيما حوله ،  
طالما انها تهتم بالفورم والفراغ والتكوين .

عندما كانت التكميلية في مرحلتها المبكرة في  
مراسم مونبارناس ، التقطها بيكاسو واعطاها  
عمقا اضافيا ، واعلن قوانينها فارضا اياها في  
البداية على مونمارتر ، ثم على بقية انحاء  
العالم . وعندما كان فريسة للبليلة والشكوك ،  
كان الاساندة الذين اتجه اليهم لالتماس النصح  
او الواساة ، هم **أنجر و سيزان وكوريه ،**  
وغيرهم من التشييديين او المعماريين في فن  
التصوير ، الذين كانوا من أشد دعاة « الفورم »  
حماسة . وعلى عكس فنون الشرق ،  
بهارمونياتها الهادئة والوانها الاحادية المترفة ،  
التي كانت ، مع ذلك ، تفتقر الى الثقل  
والتشكيل والعمق ، اجتذبت **الفنون البناية**

اننا امام شاب اسبانى يستقر في فرنسا ،  
يحنا عن مناخ ملائم لتطوير ملكاته الإبداعية .  
لقد بدا ، بمحض ارادته ، الاتصال بالفن  
الفرنسى ، وبصفة خاصة التأتريه الفرنسية ،  
التي كانت قد وطلدت اركانها في ذلك الوقت ،  
ولم يعد يتحدى سيطرتها حتى الجمهور العام ،  
وهو نفس الجمهور الذى كان قد استقبل تلك  
الحركة الجمالية الجديدة بسخرية لاذعة .

ترى ما الذى جعل هذا الاسبانى الذى  
يتمتع بدرجة كبيرة من الحساسية تجاه مختلف  
اتجاهات عصره والذى كان يرحب بكل تأثير ،  
لا يحاول ولو مرة واحدة ان يتابع تجارب  
**رنواز ومونييه ويسارو ؟**

اذا كان قد بدا له ان هذا الاجاه قد  
استهلكه الآخرون تماما ، لماذا اذن لم يتجذب  
الى صديقيه ماتيس وبراك ؟

لماذا رفض المشاركة في « الحوشية » ،  
وكانت هذه الحركة الجديدة في ذلك الوقت  
تجذب عددا كبيرا من الفنانين الشباب  
الناضجين ، الذين قد نفصوا عن أيديهم كل  
آثار التراث القديم ، وكانوا يتطلعون الى شيء  
جديد تماما ؟

علينا ان لا ننسى أنه ما من فنان كان في قوة  
ملاحظة بيكاسو ، وفي قوة ادراكه لكشفيات  
عصره ، وفي قابليته لاستقبال واستيعاب  
تجديداته العديدة ، ايا كان منبتها . **ان هذا  
الرجل المستقل ، واسع الافق دائما ، البقظ  
ابدا والسريع في اقتناص كل ما يستطيع ان  
يستفيد منه ، مر على اساتذة المدرسة الفرنسية  
المؤقرين ، بدون ان يلقى ولو نظرة واحدة على  
اتجاههم .**

لقد عاش بين طليعة الفنانين المعاصرين دون  
ان يشعر بأقل قدر من الرغبة في اللحاف  
بركايم ، بل انه لم يعبأ ، على أى نحو كان ،  
بمولد ونمو الحوشية .

الفطرى ، كما استلهم أعمال **جوجان** فى الحفر على الخشب ، ذات الطابع الغربى ، فآخذ عنها الترخوص المبسطة والتشويهاات الجريئة وطريقة العرض الهندسية .

**ولوحة « فتيات افينيون » ، هذه اللوحة العظيمة التى افردت لها الدراسات العديدة ، تتمتع بأهمية كبرى ، نظرا لانها الثمرة المحددة لرؤية أصيلة ، ولأنها تنم عن تغيير راديكالى فى الأساس الاستيطيقي ، الى جانب عمليات التصوير التكنيكية .**

كانت (٤) قد مرت خمس سنوات على اتمام لوحة « فتيات افينيون » عندما اعتبرها خطأ صديق بيكاسو الشاعر أندريه سالون ، عملا تجريديا تقريبا ، فبدلت له مجموعة الساقطات،

**او النظرية ، وبصفة خاصة النحت الأيبيرى والزنجى ، او خزفيات ما قبل العصرى الكولومبى ، ولكنه لم يكن يتطلع دائما ، الا الى الفنون الشكلية ذات الأبعاد الثلاثة .**

لقد حرره « عهده الوردى » من الواقعية التعبيرية التى اتسم بها « العهد الأزرق » ثم أعقب نمطية العهد الوردى الرقيقة ، بغنائية العهد الزنجى القوية .

**ونعود لتتساءل هل كانت لوحة « فتيات افينيون » بداية هذا العهد الزنجى ؟**

لما كان بيكاسو قد انكر انه تأثر بالفن الزنجى فى ذلك الوقت ، فلا مناص من القول بأنه استوحى فى هذه الاعمال ، منابع الفن الأيبيرى



شكل ١ - ( فتيات افينيون ) ١٩٠٧



ولا جدال في أن الدليل على وجود الجمجمة عاربة ، وعلامات بيضاء على لوح أسود . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، نرى ماذا كان الحال في البداية ، ومن كان في وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكن يتجاوز السادسة والعشرين من عمره ، سيمتد به العمر ليحصد سبعة عقود من الفن التجريدى؟

### هناك نتيجتان هامتان :

أولا - بسقوط المضمون الادبى ، مع تطور العمل ، أصبحت لوحة « فتيات أفينين » أهم نقطة تحول في تطور فن القرن العشرين حتى الآن ولوحة ( جولدوينج ) Golding - أصبحت بمثابة القياس بالنسبة للفن الحديث بأكمله ، أى الإبعاد عن « الدلالة » نحو التجريد الاستشهادى الذاتى .. بل ان عنف المشهد المصور ، قد فسر بأنه تحرير للطاقات الشكلية ، فلم تعد هذه الطاقات مقيدة بالمضامين المسيطرة .

ثانيا - تبين النتائج التى توصل اليها الفنان ، تجاهله للتخطيطات العديدة والجيدة التى أعدها في مراحل تحضير العمل . وإذا كانت اللوحة تعكس تحرر الفنان من الهدف الرمزي الخاطيء ، فالمتعقد أن تلك التخطيطات لم تسجل أكثر من البداية الرائفة ، فضلا عن أنها لم تكن ارهاصا بهذا البناء التكميلى الذى جعل اللوحة عملا تاريخيا .

ومع تطور ونضوج الاسس النقدية ، بدأت التساؤلات حول العمل تتشكل تدريجيا . وقد طرحت الاسئلة التى نوقشت ثم طرحت اجاباتها ، وكانت جميعها تتعلق بتاريخ اللوحة ، وما أخذته من سيزان Cezanne ، وتأثيرها بفنون الحضارات الايبيرية والافريقية - وقبل كل شيء طرفها الى التكميلية .

لقد كان الشيء الذى يتطلب التأكيد ، هو اتجاه العمل ، ونقاط انطلاقه ، وكما يحدث مع المسافرين الترانزيت ، لم يطلب من العمل غير تحديد نفسه ، باسفسارين ، من أين وإلى أين .

مجردة بقرىبا من الانسانية ... مشكلات عاربة ، وعلامات بيضاء على لوح أسود . كان هذا بعد مرور خمس سنوات ، نرى ماذا كان الحال في البداية ، ومن كان في وسعه ان يتنبأ بالمدى الذى ستقطعه اللوحة ؟ بل من كان يتنبأ بأن مبدع هذا العمل الذى لم يكن يتجاوز السادسة والعشرين من عمره ، سيمتد به العمر ليحصد سبعة عقود من الفن التجريدى؟

لم يمض وقت طويل ، حتى اعتذر كاهنويل عن رايه الذى اعلنه فيما قبل بخصوص اللوحة . وبالرغم من انه كان يعتقد أنها غير تامة ، وفتقر الى الوحدة ، إلا انه اعترف بأنها نضال خرافى يأتس مع كل مشكلات التصوير الشكلية برمتها ، وأثنى على جانبها الايمن بوصفه « بداية التكميلية » .

وخلال السنوات الخمسين التى تلت ذلك ، أصبح اتجاه النقد غير قابل للنقض ، فاعتبرت اللوحة انتصارا للشكل على المضمون ، وعلى كل من يريد ان ينظر الى العمل نظرة ذكية ، ان ينظر اليه محللا الى طاقات تجريدية .

ولعل ما يبرر التردد في البحث عن مستويات أخرى ، ما كان معروفا من مراحل تخليق العمل نفسه . فالاعداد الاولى للمشروع ، كان يتضمن رجلين ، احدهما بحار يجلس الى مائدة في الوسط وثانيهما رجل يذلف الى المشهد من اليسار حاملا جمجمة في يده - كايحاء رمزي للموت فيما يبدو . وقد اعتقد الفرد بار Alfred Barr ان بيكاسو كان يتخيل اللوحة كنوع من التذكرة بالوت . ولكنه اردف يقول « لقد استبعدت بعد ذلك جميع التضمينات ذات التضاد الاخلاقى بين الفضيلة ( الرجل الذى يحمل الجمجمة ) والرذيلة ( الرجل المحاط بالماكولات والنساء ) ، استبعدت في سبيل تحقق تكوين تشخيصى شكلى خالص ، يتحول مع مراحل تطوره شيئا فشيئا الى تكوين منزوع الانسانية تجريدى » .

هل هذه اللوحة التي تعد أول « عمل ينتمى حقيقة للقرن العشرين » ( اى. فرأى ) بدأت كمجرد تأكيد غير صادق للموعظة المعروفة التي تقول « ان ثمن الخطيئة هو الموت » - والتضاد بين الرذيلة ، ممثلة في متعة الماكل والنساء ، والفضيلة ، ممثلة في التأمل في الموت ؟

هل حقيقة أن الفنان ، في هذه اللوحة التي تعد أول عمل تعبئى ، قد « تحول من التعبير الذاتى » ( سبارتس ) ، غير عابىء بالوضع أو المحتوى أيا كان نوعه ؟

وأخيرا ماذا عن العديد من الرسومات المتعلقة بالعمل ؟ فضلا عن رسومات الشخصوص الفردية أو تفاصيل الشخصوص ، ودراسات التكوين الكامل التي تروى وحدها على تسعة عشر رسما . وقد نشر بار Barr ثلاثة رسومات منها في عام ١٩٣٩ ( أشكال ١٥ و ١٣ ) . وقد ظهرت بالإضافة الى ثلاثة عشر رسما آخر في المجلد الثانى من كتاب **زيرفوس** Zervos في عام ١٩٤٢ ، وظهر رسمان آخران في المجلد المحقق رقم ٦ عام ١٩٥٤ ، بينما نشر رسم اكتشف حديثا في عام ١٩٧٣ .

**فهل هذه الرسومات التسعة عشر ، تكشف عن تطور جلى ، وهل تلقى دراستها الضوء على محتوى فكر بيكاسو ، بينما كانت لوحة « فتيات أفينيون » تتنقل في ذهنه ؟**

**يقول الناقد الأمريكى ليو شتاينبرج** Leo Steinberg **الذى طرح كل هذه التساؤلات ، اننى اعتقد أن الرسومات المذكورة تعنى الكثير . كما أتى مقتنع بأن اللوحة تتضمن ماهو أبعد ، حتى في جانبها الشكلى ، مما تسمح به عبارة « أول عمل تعبئى » .**

من المؤكد أن نقطة الضعف الرئيسية لاي تحليل يقتصر على الجانب الشكلى ، هى عدم ملاءمته لغاياته . مثل هذا التحليل ، الذى

ولكن اللوحة ، بعد خمسة وستين عاما تستحق طرح مجموعة جديدة من الاسئلة . مثلا : تلك الشخصوص الخمسة التي صورتها ، هل يجب أن تكون شخصوص عاهرات ؟ هل كان في الوسع انجاز التأثيرات التعبئية الاولى في النصف الايمن من اللوحة - فكسير الكتلة وتسواى الاجزاء الصلبة مع الفراغات - بمجموعة من لاعبى الورق ؟ واذا كانت الفكرة الاساسية مستمدة من تكوينات سيزان للمستحجمين والمستحجمات ، لماذا هذا التحول من الهواء الطلق الى داخل البيت ؟

لماذا مازال يبدو الفضاء التصويرى مثل مشهد مغلف بالستائر - وهو اقرب مايكون الى الفن الباروكى - في لوحة كان يجب أن ينصب اتجاهها المحدث على السطح المنبسط ؟

وتلك الاقنعة في الجانب الايمن ، هل هى موجودة هنا ، لانه تصادف أن كان بيكاسو يعمل في هذه اللوحة عندما اكتشف الفن الزوجى ، لذلك ضمن عمله هذا الحافز الجديد بغض النظر عن عدم ملاءمته لداخل الماخور البرشلونى ؟

هل تشريحات اولئك النسوة ، في تحولها خلال المدة من ١٩٠٦ الى ١٩٠٧ ، كانت مجرد تغير في الدوق أو في استبدال التعبئية المجردة للزوايا الحادة بالاستدارات التشريحية ، أو هل هذه التغيرات المورفولوجية ، استعارات لحالات الوجود الانسانى ؟

وحيث انه لا توجد لوحة أخرى ، تواجه المشاهد بكثافة مقارنة ، فكيف تتفق هذه الكثافة مع الاغراض التجريدية التي تعزى في العادة لفتيات أفينيون ؟

هل التحول الطرازى الذى يشطر اللوحة الى شطرين منفصلين ، نتاج تطور بيكاسو الحاد أو أن هذه الطرز المختلفة تحقق فكرة شاملة ؟

لكن توزيع الشخص بيم عن نأتر بيكاسو بالاسلوب الباروكى فى توزيع المجموعات ، ولا يتضح هذا فى طوبوغرافية أرضية اللوحة وحدها ، بل أيضا فى وحدتها كموقف مسرحى. لقد شاهد بيكاسو مثل هذه الاعمال السردية فى بداية حياته فى متحف البرادو Prado ، الا ان هناك فارقا هاما بين العمل الباروكى وبين لوحة بيكاسو ، ففى العمل الاول ، ينظر المشاهد الى العمل من الخارج ، ولكنه ليس هناك .

اما بالنسبة للوحة « فتيات افينيون » ، فهذه القاعدة للفن السردى التقليدى ، تخضع لبدأ مقابل مضاد للسرد ، فالشخص المتجاوز لا تنفاس مساحة مشتركة أو فعلا مشتركا ، ولا يتصل بعضها البعض ، كما انها لا تتلاحم فى عمل واحد ، ولكنها ترتبط مع المشاهد منفردة وعلى نحو مباشر .

ان التفكك المتعدد فيما بين كل منها ، هو الوسيلة لالقاء المسؤولية عن وحدة الفعل على

يشيح الطرف عن الكثير ، ينتهى به الامر بالعجز عن الرؤية الكافية . لانه كما يخيل لى ، ايا كانت فكرة بيكاسو الاستهلاكية ، فانه لم ينصرف عنها ، ولكنه اكتشف وسائل أكثر قدرة على تحقيقها .

مامن لوحة حديثة اخرى تربطك بهذه الفورية الوحشية . فالشخص الخمسة المصورة ، واحدة نزيح ستارة لتجعلك ترى ، وثانية تندس من الخلف ، والثلاث نساء الاخريات يحذقن فيك . ان وحدة اللوحة ، التى اشتهرت بتفككها الطراى الداخلى ، تكمن قبل كل شيء فى وعى المشاهد المأخوذ الذى يرى نفسه منظورا .

وللحكم على المسافة التى قطعها المشروع منذ الاستهلال ، علينا ان ندرس التكوين المبكر الذى ظل مجهولا حتى الان ( شكل ٣ ) : نشاهد سبعة شخص موزعين فى مكان داخلى ، تحد الستائر خلفيته فى العمق والوضوح ، مشهد فى ردهة مأخوذ ، حيث يعم رجل بالدخول .



شكل ٣ - دراسة لفتيات افينيون

العميق لهذه المدرسة المحلية - التى وصفها بأنها أكثر التعبيرات عن العبقورية الهولندية أصالة - كان محاولة جريئة لتحرير أسلوب للتصوير ، كان يبدو دائما من وجهة نظر مقاييس التكوين الإيطالية نساذا وبدائيا . وقد بين **ريجل** Riegl أن الفن الهولندى ، حتى فى سردياته الدينية التى تنتمى للقرن الخامس عشر ، كبح المواجهة الدرامية التى تعبر عن ارادة ، وتنسيق الفعل ورد الفعل الاستجابى الذى يقر بالقوة الموحدة للحدث . وبدلا من المشاركة الايجابية والسلبية المتدرجة ، جاهد الفن الهولندى ، على عكس ذلك ، لى يسقط على كل شخص حالة من الانتباه الاقصى ، أى حالة ذهنية تبسّد التمييز بين الايجابى والسلبى . ان انكار العلاقة النفسية بين الممثلين ، واستقلالهم المتبادل ، وانفصالهم الرقيق حتى عن افعالهم - وعجزهم عن المشاركة المشتركة فى فضاء موحد - كل هذه العوامل « السالبة » قد وثقت من التأثير

عائق الاستجابة الذاتية للمشاهد . اما الحدث ، لحظة الفطس ، الظهور المفاجيء - فلا يزال الموضوع - ولكنه دائر من خلال تسعين درجة تجاه مشاهد افترض انه قطب اللوحة العكسى .

ان التحول السريع بين هاتين النظرتين المختلفتين ليس بالشيء الغريب بالنسبة لعام ١٩٠٧ . كما انه ليس بالشيء الفريد بالنسبة لبيكاسو وحده . ذلك لان ترتيب هذه البدائل كان فى الواقع مثار جدل . فقبل ذلك بخمس سنوات وصف المؤرخ الفنى الفجيني **الويس ريجل** Alois Riegl غياب التلاحم النفسى بين الاشخاص المصورين كدليل على ارادة طرازية مميزة . وكان يتحدث عن تصوير مجموعات الشخصيات فى الفن الهولندى التقليدى - ويقصد الاعمال الفطرية ، قبل ان يعيده المذهب الطبعى الدرامى لرمبرانت الى التراث الاوروبى الاساسى . وكان تحليله



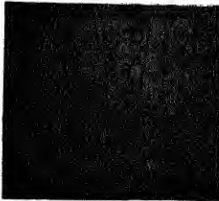
شكل ٣ - دراسة لغيتيات الفتيون

الأعلى لهذا الحدس الشمالي في لوحة «لاس مينيناس» Las Meninas لفيلاسكويز ، التي يشير إليها متحف «برادو» بمدريد بلوحة نحاسية تقول بالبنت العريضة «أروع أعمال التصوير العالمي» .



شكل ١٥ - بكار يلف سيجارة

وكما فعل بيكاسو بعد ثلاثمائة عام ، وجه فيلاسكويز نفسه إلى تقاليد البحر الابيض المتوسط والمنطقة الشمالية . واستطاع ، كوديث لتيسيان وفيرديز ، ان يتدع عملا لا يقدم نفسه كشيء منظم داخليا فحسب ، بل أيضا كدعوة الى الوعي التكاملي للمشاهد .



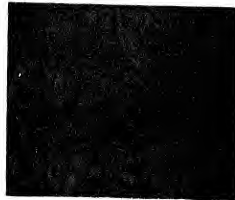
شكل ١٦ -

الإيجابي لكل شخص مفرد ، على المشاهد المستجيب ، ووحدّة اللوحة ، كانت على حد قول ريجل Riegl ، باطنا لا موضوعيا ، ولكنه تجلى في تجربة المشاهد الذاتية .



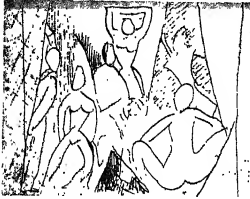
شكل ١٧ - دراسة لفتيات الفتيون

في الوسع مقارنة نظيرة ريجل Riegl الطليعية لهذا الفن الشمالي الفطري باعجاب بيكاسو المبكر بالفن الايبيري والزنجي . كما ان تعريف المؤرخ للقيمة الحقيقية لهذا الفن ، والمحصلة عن اضافتها الى الاسلوب السردى ، توازي تحول بيكاسو عن تلك الدراسة المبكرة ( شكل ٣ ) الى اللوحة الاخيرة لفتيات أفينيون . لم يكن بيكاسو في حاجة الى أية معرفة مباشرة بعمل ريجل ، او باللوحات الهولندية الغامضة التي ناقشها . ولكنه كان يدرك بالفعل التحقق



شكل ١٨ - دراسة لفتيات الفتيون

ان هذا العمل اذن ، ليس نجريدا قائماً بذاته ، حيث ان المشاهد المنفصل ، عامل ضرورى . وما من تحليل للوحة « فتيات افينيون » كبناء تصويرى مكتمل ، يرقى الى اكتمال العمل نفسه . فاللوحة موجة عارمة من العدوان الانثوى ، فاما ان يفعل بها المرء كعدوان عليه ، والا فليس امامه الا ان يتعد عنها .



شكل ٩ - دراسة لفتيات افينيون

لكن الاعتداء على المشاهد ليس الا نصف الفعل ، لان المشاهد ، كما تتصوره اللوحة من هذا الجانب لمسطحها ، يعيد بدوره السداد بنفس العملة .



شكل ١٠ - دراسة لفتيات افينيون

ان الشخصيات ، التسع او العشر او الاثنتى عشرة في لوحة *Las Meninas* تبدو غير منسقة وموزعة ، وهى تتوحد فقط في اللحظة التى تمتد فيها الى عيني الراى . اما افتقاد العلاقة الفورية بينها ، فيؤمن اعتمادها المشترك على رؤيته الحاتية .



شكل ٧ - دراسة لفتيات افينيون

في لوحة « فتيات افينيون » ، كما في لوحة *La Meninas* ، ما من شخصيتين تحتفظان بتلك العلاقة او الرابطة التى تستبعدنا ، والشخصيات الوسطى الثلاث، تواجه المشاهد مباشرة دافقة . وهى ليست فعالة ، كما انها ليست سلبية . ولكنها ببساطة يقظة ، مستجيبة لانتباه يقظ من جانبنا . والتحول بعيد عن الفصل السردى والموضوعى بقدر اقترابه من التجربة المتمركزة في الراى .



شكل ٨ - دراسة لفتيات افينيون

الاسترخاء والراحة أو الاحساس برد الفعل . ويمكن تشبيه هذه الحالة ، بالاختلاف بين التصنت على جماعة يبلغ بها الانفاس حد عدم الملاحظة ، أو دخول الزهرة ، مثل الرجل الذي كن في انتظاره . ان حضورنا يتم خارج المجموعة ، بينما يلعب سطح المائدة المدبب دور نقطة الارتكاز لارجوحة نوازن ، واللوحة تنهض امامنا ، لاننا نهبط بغايتنا الى اسفل .

ان اللوحة تسيج نفسها على نقطة حادة ، ويشقها من الاسفل مسطح مائدة حاد الزاوية ، محمل بعنقود فاكهة على مفروش أبيض . والمائدة تربط بين منهجين مبتورين ، والفراغ في هذا الجانب من اللوحة يتحد مع المشهد المصور . وفي وسع اى شخص ان يلمس أن الصبغة تجمع بين النساء . اننا أيضا ندخل في نطاق العمل ، مثل العميل الجالس على مسافة ذراع واحدة من طبق الفاكهة - سواء من حيث



شكل ١٢ - دراسة لفتيات ألتونيون



شكل ١١ - دراسة لفتيات ألتونيون



شكل ١٣ - دراسة مائية لفتيات ألتونيون

( شكل ١٤ ) . يبين هذا الاسكتش اربعة بحارة في ملهى ليلي ضيق يشاهدون راقصتين . وقد صور الفنان الرجال الاربعة من زاوية خلفية ، في قطع نصفى مكبر Close-up . وفى وسعك ان تحيط ببنيان لوحة « فتيات افينيون » بتخيل وجود كاميرا تتحرك فى الجزء الاوسط من اللوحة الى الداخل .

ان افضل تعليق على عمل ليكاسو القول بانه بيكاسو آخر . فالفنان يميل الى ان يكرر ويتكهن بابتكاراته ، لذا تتحول عادة أكثر هذه الابتكارات غموضا الى سياق أشد بساطة . وهو ما يجعل اسكتشا تخطيطيا له علاقة واضحة « بفتيات أفينيون » ، يفسر نوع الرابطة فيما بين الفراغات ، المقترحة في العمل



شكل ١٤ - دواضة ( ١٩٠٧ )



وموضوع لوحة « سطح السفينة » يجعل انحراف سطح الأرضية غير واضح . اننا نشاهد ماسة ترتفع مثل هرم . والسطح المصور ، فوق ارتفاع المياه ، أفنى عمودى . وبعد مرور نصف قرن على هذه اللوحة ، يرسم بيكاسو ظله ، وهو يدلغ الى داخل حجرة ، ليسقط على امرأة - انها نفس القورية غير الحذقة للأفنى والعمودى ( شكل ١٦ ) . وفى « فتيات أفينيون » يحافظ على التناقض بين العمق المنتصب بواسطة حافة المائدة المدببة الى أعلى . وتعد هذه الاستعارة البصرية للأيلاج ، من أكثر الوسائل التى ابتكرها بيكاسو للأبهاء بالحضور الفيزيقي للصورة ، شبقا .

فالمائدة لم تكن هناك فى البداية . ومن بين دراسات « فتيات أفينيون » المعروفة استكتش صغير بالقلم الرصاص ، مزدحم بالتعديلات ( شكل ٢ ) . انه أول أربعة رسومات تسجل

اما الدليل على اهتمام بيكاسو الدائب بمثل هذه الاستنمرارات ، فشائع فى اعماله المبكرة ، مثل لوحته الصغيرة التى ترجع الى عام ١٩٠١ ، والمعروفة باسم « على سطح السفينة » ( شكل ١٥ ) فنظرا الى ان الرقعة المصورة التقطت اثناء انحناء لسفينة شوهدت من بين سمن اخرى ، نصبح نحن ، المشاهدين ، رفاق رحلة على نفس ظهر السفينة . انها خاصة ، من خصائص بيكاسو فى جميع مراحلها ، ان يبتكر مواقف ذات أقصى درجة من المجاورة ، بحيث يجعل الطفرة من نقطة الادراك الى الشيء المدرك ، قريبة وفيزيكية .

وكما هو الحال بالنسبة « لفتيات أفينيون » تشق لوحة « سطح السفينة » من أسفل ، حيث يمتد القضيب الاوسط مثل حربة . فالموضوع ، رابطة - او معبر - من خارج هنا الى داخل جسم العرض التصويرى .



شكل ١٥ - على ظهر السفينة ( ١٩٠١ )

الزاوية ، كأنه بمثابة عدوان على فراغ اللوحة التي تحتاج الى مواجهة العمق للعمل عليه .

وفي الرسم التالي ( شكل - ٤ ) في حوزة متحف بازل ) ، يتأكد هذا القوس الواهن بينما يرمى توازن حافة المائدة الى فراغنا . ثم يعود الفنان ، كأنه يريد ان يعكس اتجاه المائدة ، فيعيد النظر في شكلها ( شكل ٥ ) - وتصبح حادة الزاوية ، موحيا بنهاية شكل اكبر حجما يصل الى داخل اللوحة من خارج هنا . ولأول مره يرتبط هلالها المزدهر على نحو قوى بجسم موجود في الفراغ الحفيقي - الامر الذي نقره المرأة جالسة القرفصاء التي تدبر رأسها محببة .

لانزال هناك ثلاثة تغييرات أخرى في المائدة، وقد صممت جميعها للتعجيل بإيلاجها : زاويتها غير المنحنية تندب بشكل حاد ( شكل ٦ ) : اما الزهرية كاملة الشكل في شكل ٤ - فتتضاءل حجما لتأخذ شكل عمود وتتحرك جانبا لتفسح مكانا لحافة المائدة ، وفي النهاية يؤكد ، في اللوحة الزيتية ، ظهور طرف المائدة كأنه طعنة في قلب اللوحة ، وذلك بفضل وجود شريحة البليخ قرنية الشكل . لكن الانعطاف الحرفي للمائدة المقتحمة يبقى ساري المفعول . وفضلا عن ذلك : يرسل متوازيات عبر نصف اللوحة - مبتدئا من أعلى الجزء الأيسر .

لقد درجت على الشعور بالحرية اراء تفكك اليد الممسكة بالسكارة . ان قرب ظهور التكعيبية ، بتقطيعاتها الروتينية ، لاعلاقة له بهذا ، لان عزل اليد كان قد ظهر فعلا في تخطيطات التكوين الأولية ( اشكال ١٢ و ١٣ ) . لذلك فانفصال هذه اليد ، كملعب احتفظ به الفنان في دراسات متتابعة ، ثم اكّده في اللوحة الاخيرة ، لابد أن يكون له وظيفة مقينة . وهو يؤدي وظيفة بالفعل . فان ظهور اليد المفاجيء

مرحلة الشخصوس السبعة في التكوين . والارضية ، تبعاً لطبيعة التصميم الذي يتبته النحت الفائز ، لانزال غير محددة ، وكذلك الحال بالنسبة لشغل السطح - وهناك مفاولة في احجام بعض الشخصوس لشغل مقدمة اللوحة ، ولم تظهر بعد المائدة الامامية .



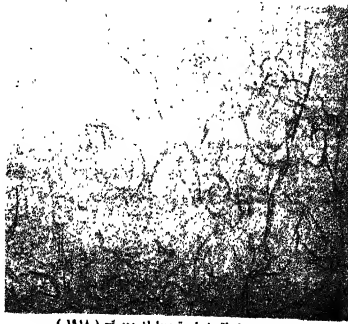
شكل ١٦ - غرفة نوم

في ( شكل ٣ ) تتضح جميع المواقع ، وقد خففت المجموعة الوسطى ، وزحف الفراغ الى الداخل على قطر يمتد من اليسار الى اليمين ، وتحدد المقياس الكبير للمشاهد المحاط بالستائر . اما النتيجة ، فهي نموذج للتكوين الباروكي ، الامر الذي يجعلنا نتساءل ما الذي جعل الفنان وهو في هذه المرحلة المتقدمة لفنه ، يتخذ مثل هذه الخطوة المتخلفة . وربما نجد الاجابة على هذا السؤال في تنقية الفراغ في أسفل العمل . وهنا ، يتلمس الفنان ، في مقدمة اللوحة ، قوسا غير واضح تماما او شبح المائدة التي ستظهر فيما بعد . انه يدخل محورا قائم

الجانب الأيسر من اللوحة ، للإبقاء بالداخل .  
قارن ، على سبيل المثال ، التخطيط الذى  
يرجع الى عام ١٩١٨ لداخل تحفه الستائر  
( شكل ١٧ ) أو اللوحة الصغيرة المترفة التى  
تصور موسا عارية ممسكة بستارة منفوشة  
( شكل ١٨ ) - ويتضح من هذه اللوحة العلاقة  
التي تربطها بالمرأة المطابقة لها فى لوحة « فتيات  
أفينيون » . وفى اللوحة الأخيرة ، كما فى جميع  
الدراسات الخاصة بها ، ننسدل الستارة على  
مقدمة المشهد ، وترتفع من عند القدم اليمنى

بأعلى جسم المرأة المقابل للستارة ، بدون وجود  
ما يوحي بامتداد الذراع ، قد يكون مبررا اذا  
كانت حاسية الستارة الى تنبر لها اليد ،  
نسحاب الى الداخل ، بعيدا عن مسطح  
اللوحة . والمعتقد أن بيكاسو يريد هنا انسحابه  
مائلة ، يبررها وجود ذراع ممتدة ومرفوعة  
بزواية قدرها ٣٠ درجة . وبذلك يصبح  
انفصال الذراع احياء بمسافة قصوى .

مرة أخرى ، تؤكد أعمال أخرى لبيكاسو  
انه لا يفكر بالضرورة فى استخدام الستائر فى



شكل ١٧ - امرأة مغطجة وبهلوان ومهرج ( ١٩١٨ )



شكل ١٨ - عارية ممسكة بستارة منفوشة

وضع النائمة في لوحة « منظر من الشاطئ في دينار » التي رسمها بيكاسو في عام ١٩١٨ ( شكل ١٩ ) أو وضع المسترخية في لوحة « العاريات » اليباستيل التي رسمها عام ١٩٢٠ ( شكل ٢٠ ) حيث تجسد ساقا مثنية على الأخرى واحد الذراعين فوق الرأس . وتعد مثل هذه الشخص بملبسة مسودة أو برفة لوضع الكاء مشروع .



شكل ١٩ - البحر في دينار ( ١٩١٨ )

وفكرة جعل الشخص المضطجعة عمودية لها سوابق . إذ نجدها في رسم « تيتيوس » لما يكل انجلو حيث يضطجع العملاق الذي ينزل به عقاب بأسفل وهو مقيد الى صخرة . وقد أعاد الفنان على ظهر الصورة رسم الشكل مرة أخرى كمسيح بعث حيا . حتى أن عبد مايكل انجلو المفتى عليه في متحف اللوفر ، يصبح صورة غير مستقرة ، نظرا الى أن وضعه الخاص بالحلم والنشوة أو الرغبة في الموت الذي طارد بيكاسو انشاء فترة « فتيات أفينيون » ، عمودى في حقيقته المادية فقط وليس في خضوعه الفيزيقي .

وفي عام ١٩٣٢ أنتج بيكاسو نفسه سلسلة من الرسومات تصبح فيها شخصية المضطجعة المضطجعة متخيلة . . واضحة . إذ تصور

للمرأة تجاه الذراع اليسرى الفضية في عمق الفراغ . والغرض من ذلك التعبير عن انحسار الاجزاء العليا ، وليس ذلك من خلال منظور خطى أو هوائى ، أو عن طريق اللون أو الحلول الفيزيائية مثل التداخل ، بل من خلال اقناع اللفتة ، وحذف الذراع بين الرأس واليد . يدرك حدسنا التشريحى وحده قفزة في الفضاء . وأثر ذلك ذو حدين : يقلص الفضاء الداخلى الى داخل في شكل خيمة ، بينما يؤكد الشكل المثلثى في اسير التصميم ، سطح المائدة المندفع كأنه طعنة . كما نشعر أن الوسيط السفلى وحافة المائدة العليا اليسرى ، تتألف قريبا بينهما في وحدة قلقة .

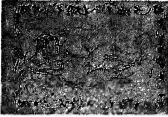
هنالك ما هو أبعد من ذلك . ففى منتصف الطريق بين الستارة والمائدة تتخذ العارية ذات المرفق المشرع الى أعلى شكل طعنة مائلة . فقدماها المتدليتان المثلثتان ، خارج مجال الرؤية ليستا يقدمى امرأة جالسة أو واقفة أو امرأة تقفز . . وهى تجلس في الواقع في الرسومات الاربعة الاولى ( ٢ - ٥ ) منتصبه القائمة في مقعد ذى مسند مرتفع . ولكن هذا المقعد يختفى في الدراسات الالثنى عشرة التالية . وتفوس هى الى الوراء بحيث تبدو في النهاية كجارية من جوارى الحريم . وبذلك تنتهى في وضع انعكاس حركتها حركة الستارة : وهى وعندئذ تعكس حركتها حركة الستارة : وهى ليست انحناء عمودية داخل قوس مائل ، وإنما هى شكل مسحوب أو شكل قائم الزاوية . الا أن المنصرين ، الستارة والمرأة يحددان سطح اللوحة بنفس المشاعر المتضاربة الصارمة . وكلاهما يوازى سطح المائدة المتضارب من خلال ابعاءات الوضع واللفتة وحدها .

ومرة أخرى يحسن فهم شخصية المضطجعة من خلال حالات التوازي . فالوضع نفسه



شكل ٢٠ - عرايا ( ١٩٢٠ )

« فتيات أفينيون » نظرا الى أنها تظهر في عمل من اعمال الخزف لماتيس يرجع الى عام ١٩٠٧ ( شكل ٢٢ ) .



شكل ٢٢ - مائيس - رافعة ( سراميك )

ولكن اهتمام بيكاسو في تلك السنوات لم يكن ، على غرار اهتمام **مائيس** أو **ماري تيريز** أو **مايكل أنجلو** ، منصبا على تصوير مضطجعة تشكل مع سطح اللوحة زاوية قدرها ٩٠ درجة ، مثل يد تتحرك فوق ساعة حائط من الساعة التاسعة الى الساعة الثانية عشرة ظهرا . ويجسد بيكاسو من خلال الانحناء تجاه ثقل الرافعة الراديكالي ، شدة تراجع الظهر

الرسومات « ماري تيريز » عند حامل للرسم ، حيث تولد موديله وعشيقته صورتها . ولكن الشكل النائم تحت قدميها يبدو عموديا على لوحها ( شكل ٢١ ) . ولا بد أن فكرة العارية المضطجعة في وضع عمودي كانت موضع نقاش خلال العام الذي رسم فيه بيكاسو لوحته



شكل ٢١ - عارية

العمودي الى السطح - كما يفعل في لوحة زيتية صغيرة ترجع الى عام ١٩٠٨ ، « عارية نائمة واشخاص » ( شكل ٢٣ ) .



شكل ٢٣ - مضطجعة وثلاثة أشخاص

والموضوع الاساسى هو تصوير عارية مضطجعة ، ساقاها ممددتان ، وبالرغم من ذلك يبدو شكلهما عموديا تقريبا على سطح اللوحة . وليعمق التنافر ، احاطها بيكاسو بثلاثة أشخاص قائمة حتى يهتز وضعها العمودي المفترض ، في مواجهة اوضاع الشخصوس الثلاثة الاقرب الى الطبيعة . وحيث انها لم تصور في شكل مستقيم ستظل كما لو كانت معزولة في كبسولتها الفضائية الهزاجة . . اقتراب بدون التحام . ووضع الرأس النائيء الذى لايزال يتخذ نطقا لم يتضاءل في المجال ، يجعل الرأى يبذل جهدا اكبر ، اذ يتعين على المرء ان يدفع بروافع فكرية ليحتفظ بالمرأة المضطجعة راقدة .

• • •

بعد ذلك ، تنتقل الى لوحة « الجنية » ذات الحجم الطبيعى التى رسمها بيكاسو عام ١٩٠٨ ( شكل ٢٤ ) ، ولا يكفى ان نظل نؤكد لانفسنا ان هذه الماكينة الفظيعة ، التى تسحبنا الى دغلها ، تمثل خطوة نحو التكميية التحليلية ، ذلك انها كانت تعنى ماهو ابعد من ذلك بالنسبة لبيكاسو .



شكل ٢٤ - الجنية ( ١٩٠٨ )

ويفسر جانباً من معناها رسم معين باسم « شخصية نسائية » ( زيرفوس ) يرجع الى اواخر عام ١٩٠٥ ( شكل ٢٥ ) - وهو رسم تافه وبورنوجرافى ، ومخيف الى حد ما في نفس الوقت - انه فانتازيا جهاز المرأة التناسلى المشقوق كقوس مفتوح ، أما مفتاح العقدة ففى مكانه حيث كتبت عبارة « من



شكل ٢٥ - شخصية نسائية ( ١٩٠٥ )

ليس من قبيل التجديف تذكر التحول المعائل من النعمة الى النقمة على يدى المسيح فى المحاكمة الاخيرة .

انها صدمة من نوع مختلف ، ان ندرك من خلال الرسم التحضيرى ( شكل ٢٦ ) ان لوحة « الجنينة » ، قد تم تصويرها وبلورتها تماما ، كماهرة مسترخية ، ركبناها متباعدتان ، على مقعد طويل . فاللوحة حينئذ انتقال دقيق ، حتى بالنسبة لخطوط المقعد ذى المسندين التى

فضلك » . الوضع واللغة دلالة على الدعوة والتوسل - هنا كما فى لوحة « الجنينة » . لكن هذا لا يمثل الا نصف الدلالة ، لان « الجنينة » تشي بتغير سوداوى فى المزاج من اليسار الى اليمين ، من الرحيب الى التهديد . فاحدى اليدين ما زالت نشير بالدعوة ، ولكن الذراع اليسرى المثنية الى اسفل تضم قبضتها كهراوة . وموقف هذا الشكل متوعد للغاية ، كما ان السناقض الوجدانى الذى يعرضه بير الاضطراب والانزعاج ، حتى اننى اعتقد انه



شكل ٢٦ - الجنينة

يكون فشلها هفوة من جانبنا نحن ، وهى هفوة قصيرة الاجل . فنحن نميل الى الادراك وفقا لبرمجتنا . وقد دربنا اعيننا طوال التلاتين عاما الماضية على نسب « فتيات أفينيون » الى التكعيبية . وربما يعدونا موقف أكثر تركيزا على رؤية « المشكلات العارية » لبيكاسو كشخص انسانية مرة أخرى . وعندئذ سيبدأ هذا الشكل بعينه يتأكد على مسطح اللوحة مثل « سرير مسحور » يرتطم بحائط ، وبذلك يتحقق نجاح هدف الفنان .

**يمثل جانب كبير من الاضطراب في النصف الاسير من اللوحة ، ثورة بيكاسو على سطح اللوحة الصلب . ان ما ينتفيه هو احداث ضربات متوترة . وانسدال الستارة يثبت عن طريق المرأة التى تمسك بطرفها العلوى . وشكلها الجانبى الصارم ينتهى عند مضجعه متهيجة تمثل تواما لعارية عمودية ، تتجاوز بدورها مجال المائدة المتطلع الى الدخول . ان رؤيتنا تتصاعد داخليا وخارجيا . ضسفت متنوع ، مثل ابصار قارب في اعالي البحار ، او نظير للطاقة الجنسية .**

**تشبيهات اباحية .** ان التأثير الصريح للمضطبعة المنتصبة في ركنها الضيق ، انما يهدف الى تأمين استقلالها الفراغى في مجال من التفككات ، ضيق النطاق . وتنبئت الرسومات ان هذه الخاصية للتفكك ، ليست اثرا جانبيا ، ولكنها برنامج تعمل اللوحة على اتعاره .

في الشكل رقم ٢ المشار اليه فيما قبل ، تجتمع جميع الشخصوس السبعة في فراغ مشترك . الا انه في الرسمين التاليين ، تبدو ظلال الشخصوس الاربعة المنسحبة - وهى ثلاث سيدات ورجل عند المائدة - عن طريق فواصل من ستارة تستخدم كوسيلة للبروزة . اما الشخصوس الثلاثة الاخرى فتبدو متباعدة بطريقة أكثر دهاء : الرجل في اليسار باتخاذ

اعيد تفسيرها ، كنباتات خضراء ... الماخور مرتدا الى دفتل . ويصبح المسقط الراسى تجاه المشاهد لا يزال يمثل وضع اضطجاع ، بمثابة الكشف عن القوة .

تحمل المضطبعة المتهيجة في لوحة « فتيات أفينيون » شحنة شبقية مماثلة . فهى في الرسومات ( وخاصة في شكلى ٩ و ١١ ) ترقد الى الخلف ، مستثارة جنسيا ، ... « كامرأة افقية » كما يحلو للفرنسيين ان يسموا عاهراتهم . وهى تتخذ وضعا مماثلا لوضع المرأة في لوحة « رجل وامرأة » التى ترجع الى عام ١٩٠٥ ( شكل رقم ٢٧ ) . وبمواجهة عميلها ، تصبح المقابل الامامى ، لجالسة القرفصاء التى لا تشعر بالخجل في الجانب الايمن . الا ان نزقها وظهورها المفاجيء - في الرسومات الاخيرة ، وخاصة في اللوحة الزيتية - يستمدان من الشحنة السرية لوضعها الاصلى ، وهى وضع الامتداد المسترخى ، على نحو الوضع الذى لا يتحقق الا بالطفو او الطيران او الرقاد ، حيث لا يبدل اى جهد في سبيل الاحتفاظ بالاستقرار . وبالتخلص من قوة الجاذبية ، تصل مثل القديفة .



شكل ٢٧ - رجل وامرأة عاريان

هل تحقق هذا ؟ هل لا يزال الشكل الموجود في اللوحة الزيتية يبدو في وضع اضطجاع ؟ هنالك اجابتان محتملتان . فان مجرد انقضاء فترة طويلة دون ملاحظة اضطجاعها قد يكون دليلا على الفشل . ومن ناحية اخرى ، ربما





شكل ٢٨ - الحريم

**والبورون ، كبديل جنسى ،** يتردد في عمل آخر لبيكاسو خلال موسم « جوسول » نفسه - وهو عمل من أعمال الجواش يعرف باسم « ثلاث عاريات » ( شكل ٢٩ ) . وهذا العمل دراسة رصينة للوحة كبيرة تحمل ملاحظات كتبت بيد بيكاسو . لكن هذا المشروع لم يتحقق ، ربما لأن بيكاسو لم يستطع في هذه اللحظة الخصبة أن يعمل بسرعة كافية تواكب خياله ، ربما كانت فكرة العاريات الثلاث ، قد تغلب عليها مشروع فتيات افينيون الذى كان قد ثار في ذهنه بالفعل .



شكل ٢٩ - ثلاث عرايا

وضعا ووظيفة هامشيتين ، والجالسة القرفصاء ، في اليمين بتوجهها الفريد ، والجالسة في مقعد عال . ويبدو كما لو كان بيكاسو ، حتى في هذه المراحل المبكرة ، قد سعى الى وضع شخصوه في حظائر فضائية معرضة للانزال . وفي اللوحة الزيتية ، اكتمل اخيرا عزل كل شخص عن باقى الشخصوس . ولم تعد توجد اية روابط فراغية . واصبحت الفراغات الداخلية المشورة ، مجالات للطرد المغناطيسي او بمعنى آخر مجالات للتخثر . الا ان الفواصل الوطيدة الشهيرة في « فتيات افينيون » ، جزء من التصور الاكبر ، اذ تؤكد الاستقلال المطلوب بالفعل للشخوس . وما اعجوبة العمل النهائى ، الا ذلك التماسك المفروض على عناصر محملة بأقصى قدر من الغفظة .

كان بيكاسو قد وضع ، اصلا ، بحارا في وسط تكوين « فتيات افينيون » وفي الرسومات الثلاثة الاولى ( اشكال ٢ و ٣ و ٤ ) نجده يقف في وداعه خلف مائدته ، اما الشيء الذى نشاهده امامه ، فواضح انه « بورون » Porron والبورون - وهو فنيقة معروفة في اسبانيا تستخدم في احتساء النبيذ بصبه داخل حلق المرء على غرار اوانى الماء الفخارية المستخدمة في بعض البلدان العربية - يتميز بصنوبر منتصب . وقد بدا في الاونة الاخيرة يحرض بيكاسو . ففى اثناء اقامته في جوسول Gosol في منطقة جبال البرانس الاسبانية ، في نهاية فصل الصيف للعام السابق ، رسم بيكاسو هذه الفنيقة في ثلاث لوحات طبيعية صامتة . ولكنه استخدمها ايضا بفاعلية في تكوينين يرجعان الى عام ١٩٠٦ . وفي اول هذين التكوينين ويحمل اسم « الحريم » ( شكل ٢٨ ) ليس المقصود ، بالتأكيد ، من الرجل ان يكون خصيا نظرا الى ان الخصيان لا يجلسون عراة . انه يسترخى كرجل مكتمل الفحولة فخور ويعبر عن ارادته المعتلة من خلال جاذبيته « بورونه » .

الشخصية الجنسية التقليدية معكوسة .  
 ويزداد تفهقه في الرسم الرابع ( شكل ٥ )  
 حيث يلف لنفسه سيجارة ، وفي دراستين  
 بقيتا على قيد الحياة ، أحدهما لرأسه والأخرى  
 رسم تصفى له ، يظهر هذا البحار في صورة  
 رجل رقيق خجول ، يعلو شفته العليا زغب  
 ناعم ، الامر الذي لا يفتق وتجسيد الرذيلة ،  
 والأرجح انه مبتدىء خجول يلج لأول مرة عالم  
 ممارسة الجنس .

وهو في الثلاثة عشر رسما التالية ، يظل  
 وجودا طيفيا ، اذ لا يخلع عليه بيكاسو أى  
 فكر .

وأخيرا في الشكلين رقمي ١١ و ١٢ - وهما  
 الرسمان اللذان ترفع فيهما المضطجعة مرفقا  
 نائما - يتخذ البحار الجالس وضعا واضحا ،  
 حيث يستند بذرماه الى المائدة . ولكنه يختفى  
 بعد ذلك مباشرة في الدراسة المائية ( شكل  
 ١٣ ) الموجودة في حوزة متحف فيلادلفيا .

**ولا مجال للشك في ان البحار كان ذا معنى  
 بالنسبة لبيكاسو . ولكن المعنى اخذ يختفى مع  
 اختفاء شكله . وينفى استخلاص تفسير من  
 التضاد الذى قدمه بيكاسو بين الرجلين في  
 اللوحة - أحدهما في الداخل ذو مزاج مخنث  
 تفره الانثوية ، بينما الآخر نصفه في الداخل  
 والنصف الآخر في الخارج ، يقف عند الفاصل،  
 متقلبا في تحولاته وأوصافه القلقة ، وتفسير  
 الجنس النهائي .**

ويصور رسوم الجواش عارية واقفة ، وقد  
 سحب يدها اليمنى الى الخلف ، في اللقطة  
 النرجسية التي كان آخر استخدام لها في  
 لوحة « امرأتان » . وهناك عارية أخرى تجلس  
 في تكاسل مائلة الى الوداء على حافة فراش  
 وهي تدخن سيجارة . وكل من المراتين تحديق  
 بتعاطف في الشاب الجالس عند أقدامها ، وهو  
 صبي رقيق يجلس على ركبتيه في حالة  
 انتصاب . وتقول ملحوظة بيكاسو « انه يمسك  
 بورون » ، والتطابق المرئي بين صنوبر البورون  
 وعضو تناسله ، له شهرة لم تعرفها أعمال  
 بيكاسو المكتملة التي تنتمى الى هذه الحقبة .

**ان خاصية الذكورة في البورون التي لا  
 يخطئها أحد في عملين سبقان « فتيات أفينيون »  
 مباشرة ، ترسخ معناها في الدراسات الاولى  
 لفتيات أفينيون فهي تحتل المركز الحيوى في  
 التصميم : على المائدة ، وفي مواجهة البحار ،  
 ومعالجة الفنان .**

وفيما عدا ذلك يظل البحار مبهما . . . وهو  
 يشارك في الدراسات الاولى ( شكل ٢ ) اهتمام  
 الجميع بالوافد الجديد ، رغم ان وضعه بكتفيه  
 المستديرين وبيديه المتدليتين تحت المائدة ،  
 يبدو رزينا بشكل غريب . وهو الرجل الموجود  
 بالداخل ، ومع ذلك فهو داخل هذه الجوقة  
 من الماهرات المسترجلات الخمس . وتميزه  
 الوحيد الذى حوفظ عليه في شكل ٣ و ٤ ،  
 يتركز في شخصيته المخنثة . وبذلك تبدو آثار

### حياة بيكاسو في سطور

— ١٨٨١ ولد بابلو بيكاسو في يوم ١٢٥ أكتوبر في ملقه ( الاندلس ) ، أبوه خوزيه روبر بلاسكو وأمه ماريّا بيكاسو لوبيز . لا يزال المسكن الذي ولد فيه قائما حتى الآن . كان أبوه مدرسا للرسم بمدرسة الفنون الجميلة والحرف « سان تيلمو » ، وأمين المتحف المحلى انجب والداه ، بعد ذلك ، اختين « لولا » في عام ١٨٨٤ ، وكونشيتا في عام ١٨٨٧ .

— ١٨٩١ انتقلت العائلة في شهر سبتمبر الى جاليس Galice في « لاکوروني » حيث قام الاب بتدريس الرسم في معهد « دا جواردا » Da Guarda . وفاة الاخت كونشيتا . تجلت مواهب الابن الخارقة . بهجر الاب دون خوزه التصوير ، ويهدى باليته والوانه وفرشاته لابنه اليافع بابلو .

— ١٨٩٥ بعد قضاء فترة في مدريد خلال شهر سبتمبر حيث يزور متحف البرادو ، وبعد قضاء عطلة الصيف في ملقه ، تنتقل اسرة بيكاسو الى برشلونه ، حيث يعين خسوزيه استاذا بمدرسة الفنون الجميلة « لا لونجا » La Lonja . يتم بيكاسو في يوم واحد العمل الذي يتطلبه اختبار القبول في المدرسة ، والذي كان يحدد له مدة شهر كامل .

— ١٨٩٧ قضاء الصيف في ملقه . يعود بابلو خلال الخريف الى مدريد حيث يقبل ايضا بسهولة في الاكاديمية الملكية لسان فرناندو ، والتي لم ينتظم فيها .

— ١٨٩٨ يدركه المرض والارهاق ، يعود الى برشلونه في الصيف ، ويسافر لقضاء عدة اشهر بين الفلاحين في « هورتا دي ابرو » لدى صديقه « بيلاريس » . ويقول بيكاسو « ان كل معارف ، حصلت عليها في قرية بيلاريس .

— ١٨٩٩ الربيع . العودة الى برشلونه . التردد على كابياريه « القطط الاربع » حيث يلتقى بسببب المثقفين والفنانين في المدينة .

— ١٩٠٠ أكتوبر . اول رحلة الى باريس في صحبة صديقه كاساجيماس . يقيم في مونمارتر في محترف « نونيل » ، ٩ شارع جابريل . العودة الى برشلونه في نهاية شهر ديسمبر .

— ١٩٠١ يقضى شهر يناير في ملقه ثم يتوجه الى مدريد حيث ينشئ مع فرانثسكو دي اسيس سولير مجلة Arte Joven ، التي يعكف على اعداد الرسومات لها . بعد قضاء فترة قصيرة في برشلونه ، يقوم بالرحلة الثانية الى باريس في صحبة خايم اندرو بونسوز . يقيم لدى ماتوش ، ١٣٠ مكر ٣ ، طريق كليشى . يعقد صداقة مع ماكس جاكوب . يعود الى برشلونه في نهاية العام .

— ١٩٠٢ أكتوبر . الرحلة الثالثة الى باريس في صحبة سباستيان خوير . يقيم في فندق مراكنش ، شارع السين ، ثم في فندق « ديزنول » شارع شامبلبون ، وفي النهاية يقتسم مع ماكس جاكوب غرفة واحدة في طريق فولتير .

— ١٩٠٣ يعود الى برشلونة في بداية العام .

— ١٩٠٤ ابريل . يعود بيكاسو الى باريس للمرة الرابعة حيث يقيم بصفة نهائية . يشغل حتى عام ١٩٠٩ محترف باكو دوريو ، ١٣ شارع رافينيان ، في الباتور لافوار الشهير ، حيث يقيم ايضا اندريه سالون وفان دونجن والذي يصبح بعد ذلك ملتقى الشعراء .

— ١٩٠٥ يلتقى بجويوم ابولينير . يتخذ من فرناند اوليفيه رفيقة له . يقضى الصيف في « سشورل » بولنده ، حيث يستضيفه صديقه توم سشيلبروت .

— ١٩٠٦ يلتقى بهنرى ماتيس لدى جيرودوليو شتاين . يقضى الصيف في جوسول ، في اسبانيا ، في رفقة فرناند اوليفيه .

— ١٩٠٧ فتيات افينيون . يلتقى بكاهنويل ، الذي يفتتح جاليري ، في ٢٨ شارع فينيون ، ويلتقى ايضا بجورج براك .

— ١٩٠٨ يقضى الصيف في لا ري - دي - بوا La Rue-des-Bois قرية صغيرة قريبة من « كريتيل » . ينظم داخل محترفه الحفل الشهير لتكريم دوانييه روسو .

— ١٩٠٩ يقضى جانبا كبيرا من الصيف في هورنا دي ابرو ، حيث يلتقى مرة اخرى بصديقه ييلاريس . وينتقل على اثر عودته الى ١١ طريق كليشى .

— ١٩١٠ يقضى الصيف في « كاداك » باسبانيا ، لدى عائلة بيشو في رفقة فرناند اوليفيه وديران .

— ١٩١١ اول عطلة صيفية في « سيريه » ( البرانس - الشرقية ) حيث يقيم مانولو ، في صحبة فرناند اوليفيه وبراك .

— ١٩١٢ يقيم في البداية في « افينيون » مع صديقه الجديدة مارسيل همبرت ( ايضا ) ، ثم في « سيريه » قبل أن ينتقل الى « سورج » ( فوكلوس ) في نفس الوقت مع براك . ينتقل لدى عودته من مسكنه في طريق كليشى الى الضفة اليسرى حيث يقيم في ٢٤٢ طريق راسبيل .

— ١٩١٣ يقضى الصيف في « سيريه » مع بواك وجوان جرى . وفاة والده في برشلونة . ينتقل من مسكنه في طريق راسبيل الى ٥ شارع شولشييه .

— ١٩١٤ يظل في افينيون مع براك وديران حتى تندلع شرارة الحرب . يعود الى باريس في شهر نوفمبر .

— ١٩١٦ وفاة ايفا . ينتقل الى مونروج ٢٢ شارع فيكتور هيجو .

— ١٩١٧ فبراير . الرحلة الى روما مع جان كوكتو لاعداد تصميمات ملابس ومناظر باليه « الاستعراض » لفرقة الباليه الروسى ( سيرج دياجليف ) ، وموسيقى « ساتي » ، والذي قدم في ١٧ مايو على مسرح « شاتيليه » . يزور نابلى وبومبي . يقع في غرام اولجا كوكلوفنا ،

بيكاسو

الراقصة بالباليه الروسى ، وبصاحب الفرقة فى رحلة الى اسبانيا ، حيث يزور برشلونة ومدريد .

— ١٩١٨ يتزوج من اولجا كوكلوفنا ويقيم فى ٢٣ شارع « لايوى » . يقضى بعض الوقت فى برشلونة وبياريتس .

— ١٩١٩ يقوم برحلة الى لندن مع الباليه الروسى ، لاعداد تصميمات باليه « القبة ماثئة الاركان » ، يقضى العطلة فى سان — ارفائيل . يلتقى بجوان ميرو .

— ١٩٢٠ يقضى الصيف فى « دينار » .

— ١٩٢٣ يقضى الصيف فى كاب دانتيب ، حيث تلحق به امه .

— ١٩٢٤ يقضى العطلة فى جوان — لى — بان .

— ١٩٢٥ يقضى الربيع فى مونت كارلو حيث يرسم لوحة « الرقص » ، ويقضى الصيف فى جوان لى — بان .

— ١٩٢٦ يقضى الصيف فى جوان — لى — بان .

— ١٩٢٧ يقضى العطلة فى كان .

— ١٩٢٨ يقضى العطلة فى دينار حيث يعود فى السنة المقبلة .

— ١٩٣٠ يشتري شاتو دى بوا جيلوب ، بالقرب من جيسو ( الاور ) ، حيث يتوفر له محترفات رجة للنحت . يقضى الصيف فى جوان — لى — بان ، حيث يعود فى العام المقبل .

— ١٩٣٢ معرض شامل ضخم فى باريس ( جاليرى جورج بيتى ) وفى زيورخ ( كونستهاوس ) . يلتقى بمارى تيريز فولتر .

— ١٩٣٣ رحلة الى كان والى برشلونة .

— ١٩٣٤ رحلة طويلة الى اسبانيا . رحلة الى كان . مشاكل زوجية وقطع العلاقة مع اولجا كوكلوفنا .

— ١٩٣٥ تعقيدات واستحالة الطلاق . يكتب قصائد شعرية ، ويحفر سلسلة المينطور . مولد ابنه مايا .

— ١٩٣٦ العطلة فى جوان لى بان ، ثم فى موجان فى رفقة دورا مار . معرض متجول فى اسبانيا . تندلع شرارة الحرب الاهلية فى شهر يوليو . يعين بيكاسو مديرا لتحف برادو . يشتري مسكنا فى تريبلابى ، يقيم فيه ، خلال فترات متقطعة حتى ١٩٣٩ .

— ١٩٣٧ يستأجر محترفا ضخما ، ٧ شارع جران — أوجستان ، حيث يرسم لوحة « جورنيكا » ، التي عرضت في الجناح الاسباني في معرض باريس الدولي . يقضى الصيف في « موجان » . وفي الخريف يقوم برحلة قصيرة الى سويسرا حيث يزور بول كلي .

— ١٩٣٨ يقيم في موجان ، ثم في تريمبلاي .

— ١٩٣٩ معرض شامل ضخم في متحف الفن الحديث في نيويورك . وفاة امه . تفاجئه الحرب في انتيب حيث يرسم لوحة « الصيد في الليل » . يعتكف طوال عام في رويان .

— ١٩٤٠ سبتمبر . العودة الى باريس التي لا يتركها طوال سنوات الاحتلال .

— ١٩٤١ يكتب مسرحية صغيرة ساخرة باسم « الرغبة مشدودة من ذيلها » تنشر في عام ١٩٤٣ وتعرض في ١٩ مارس ١٩٤٤ في مسكن ليري ، ويشارك في أداء ادوارها فنانون وكتاب ، من بينهم سارتر وكامو .

— ١٩٤٤ بعد تحرير باريس في ٢٥ أغسطس ، يعلن انضمامه الى الحزب الشيوعي الفرنسي . يخصص جناح لاصحاله في معرض صالون الخريف تكريما له .

— ١٩٤٥ معرض في لندن ( بالاشتراك مع ماتيس ) وفي بروكسل . يقضى الصيف في جولف — جوان وفي منيرب . في شهر نوفمبر ، بداية نشاط مكثف في فن الحفر في محترف مورلو .

— ١٩٤٦ يقضى جانبا كبيرا من العام في الكوت دازور برفقة فرانسواز جيلو التي انجب منها طفلين ، كلود في عام ١٩٤٧ ، وبالوما في عام ١٩٤٩ . يضع امين متحف انتيب تحت تصرفه قصر جريمالدي ، حيث يعمل أكثر من أربعة اشهر ، ثم يترك في مخازن القصر مجموعة « انتيبوليس » التي نفذها خلال هذه الفترة .

— ١٩٤٧ رحلة الى جولف — جوان . يبداء في فالوري نشاطه كخزاف في مصنع مادورا ، لدى اسرة رامي .

— ١٩٤٨ أغسطس . رحلة الى بولندا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام . اكتوبر . ينتقل الى فالوري ، في فيلا « لا جواز » الصغيرة .

— ١٩٤٩ معرض لاصمال الخزف في « بيت الفكر الفرنسي » في باريس .

— ١٩٥٠ رحلة الى انجلترا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .

— ١٩٥١ رحلة الى ايطاليا للاشتراك في المجلس العالمي للسلام .

— ١٩٥٢ ينقل تكوينين ضخمين : الحرب والسلام ، اللذين ينتقلان بعد ذلك الى كنيسة صغيرة في فالوري .

— ١٩٥٣ معارض شاملة في ليون - ميلان - نوسن - باولن - انفصال - فرانسواز جيلو وبيكاسو .

— ١٩٥٤ يفتي عطلة الصيف في البرانس - الشرقية . تصبح جاكلين روك رفيقته ، وبعد وفاة اولجا ( ١٩٥٥ ) ، يتخذ منها زوجة ( فبراير ١٩٥٨ ) . ينتقل الى باريس في الشتاء حيث يقوم بتنفيذ مجموعة من خمسة عشر تنوعا على لوحة « نساء جزائريات » لديلاكروا .

— ١٩٥٥ ينتقل الى فيلا « لاكليروني » في كان . معارض شاملة هامة في باريس .

— ١٩٥٧ يقوم بتنفيذ مجموعة من التنوعات على لوحة Las Meninas لفيللا سكوير . معرض شامل ضخيم لعماله في نيويورك .

— ١٩٥٨ فبراير . ينفذ تكوينا حائظا ضخما لمقر اليونسكو الجديد في باريس .

— ١٩٦٠ معرض شامل هام في لندن .

— ١٩٦١ ينتقل الى ماس نوتر - دام - دي - في موجان . ينفذ سلسلة من الرسومات واللوحات مستوحاة من « الفداء على العشب » لمانيه .

— ١٩٦٢ معرض شامل هام في نيويورك .

— ١٩٦٤ معارض شاملة ضخمة في كندا وفي اليابان .

— ١٩٦٦ معارض واحتفالات في جميع انحاء العالم بمناسبة عيد ميلاده الخامس والثمانين .

— ١٩٧١ معارض واحتفالات ومقالات نقدية وكتب ، بمناسبة الاحتفال بعيد ميلاده التسعين .

— ١٩٧٣ ٨ ابريل وفاة الفنان العظيم .



### « المعارض »

- ١٩٠١ باريس ، جاليري امبرواز فولاد .
- ١٩١٣ ميونيخ ، جاليري تالهاوزر الحديث .
- ١٩٢٠ باريس ، جاليري بول روزنبرج .
- ١٩٢١ لندن ، ليستر جاليريز .
- ١٩٢٢ ميونيخ ، جاليري تالهاوزر الحديث .
- ١٩٢٤ باريس ، جاليري بول روزنبرج .
- ١٩٢٦ باريس ، جاليري بول روزنبرج .
- ١٩٣٠ شيكاغو ، آرس كلوب .
- ١٩٣٢ باريس جاليري جورج بيتي .
- زيورخ ، كونستهاوس .
- ١٩٣٩
- السي
- نيويورك ، متحف الفن الحديث وشيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٤٠
- ١٩٤٤ باريس ، صالون الغريف .
- ١٩٤٩ باريس ، بيت الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٣ ليسون ، متحف الفنون الجميلة .
- روما ، المتحف الوطني للفن الحديث .
- ميلانو ، بلاتسو ريالتي .
- ١٩٥٤ سان باولو ، متحف الفن الحديث .
- باريس ، بينا الفكر الفرنسي .
- ١٩٥٥ باريس ، متحف الفنون الزخرفية .
- ميونيخ ، هاوس دير كونست .
- ١٩٥٦ كولونيا ، متحف الراين وهامبورج ، كونستهل .
- ١٩٥٧ نيويورك ، متحف الفن الحديث ، شيكاغو ، معهد الفن .
- ١٩٥٨ فيلادلفيا ، متحف الفن .
- ١٩٥٩ مارسيليا ، متحف كانتيني .
- باريس ، جاليري لوي ليري .
- ١٩٦٠ لندن ، متحف التيت .
- ١٩٦١ لوس انجلوس ، متحف الفن بجامعة كاليفورنيا .
- ١٩٦٢ نيويورك ، بيكاسو ، نجية امريكية .
- باريس ، جاليري لوي ليري .
- ١٩٦٣ لوسرن ، جاليري روزنبرج .
- ١٩٦٤ مونتريال ، متحف الفنون الجميلة ، وتورونتو ، متحف الفن .
- طوكيو ، وكيوتو وناجويا .
- ١٩٦٥ تولوز ، متحف اوجستين ، بيكاسو والمسرح .





## سفر التكوين كأسطورة

عرض وتحميل : الدكتور محمد أبو هريرة

جميعا جذبا للاهتمام . وكان أصحاب التحليل البنائي قد استطاعوا تطوير بعض آرائهم قبل الستينات بكثير . نذكر منهم على سبيل المثال العالم الألماني « أندرية يوليس » A. Jolles . في كتابه « الأشكال البسيطة » (١) ( ١٩٣٠ ) . ويمثل هذا الكتاب محاولة لتحديد الأشكال الأولية الأساسية للتعبير الشعبي الأدبي . كما يدخل ضمن هذه الفئة **اللسورد راجلان** Raglan (البطل) ( ١٩٣٠ ) . وقد حدد في هذا الكتاب تحديدا محكما النمط العام لاحداث حكايات الابطال الكلاسيكية والاسطورية . ثم جاءت دراسة العالم الروسي **فلاديمير بروپ** V. Propp التي نشرت لأول مرة باللغة الروسية في عام ١٩٢٨ ، ثم صدرت لها ترجمة

### مقدمة : الاتجاهات البنائية في دراسة الأدب

#### الشعبي :

هذا الكتاب محاولة لتطبيق منهج التحليل البنائي ( كما هو معروف عند **ليفي ستروس** ) على بعض قصص الكتاب المقدس . ولما كانت النظرة البنائية تمثل المنطلق الأساسي لمؤلف الكتاب ، والخلفية العامة لكل ما يطرحه في كتابه من قضايا ، فقد يكون من الأفضل ان نبدأ باتسار سريعة الى أبرز الاتجاهات البنائية المعروفة في دراسة الأدب الشعبي .

تمثل البنائية أكثر النظريات التي ظهرت في دوائر الفولكلور إبان الستينات تأثيرا ، وأكثرها

\* Edmund Leach, Genesis as Myth and other Essays, Cape Editions, London, 1969.

انجليزية في عام ١٩٥٨ بعنوان « مورولوجية الحكاية الشعبية » (٢) .

وقد قام الآن دندس A. Dundes بتطبيق هذا الاتجاه في التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات الشعبية عند هوند أمريكا الشمالية في كتابه « مورولوجية الحكايات الشعبية عند هوند أمريكا الشمالية » (٣) (١٩٦٤) . وبذلك استطاع دندس أن يطبق التحليل البنائي على مجموعة من الحكايات التي كانت تعتبر في الماضي عديمة الملامح ، كما استطاع أن يقدم تصوره للنظرية البنائية من منظور فكري رحب . كذلك قام بعض علماء الفولكلور الشبان الآخرين من جيل دندس بصياغة بعض النماذج البنائية الخاصة في الوسائل العلمية وفي المقالات .

والى جانب هذا الاتجاه قدم عالم الأنثروبولوجيا الفرنسي **كلود ليفي ستروس** منهجا آخر من مناهج التحليل البنائي للنصوص الفولكلورية قائما على النظرية اللغوية . وقد اقترح في مقال هام نشره بعنوان « الدراسة البنائية للأسطورة » (٤) اتجاها جديدا تماما في تفسير الاساطير . فقد كانت المدارس القديمة تحاول دائما التوصل الى بعض الاستنتاجات من واقع المقارنة المبسطة بين الاساطير والثقافة التي تعيش فيها . فكانت الاساطير في نظرهم اما تمكس وقائع الثقافة أو تشوها . ولكن لماذا اذن تنصف الاساطير بكثير من الملامح المتشابهة في أرجاء العالم المختلفة ؟ يعتقد ليفي ستروس أننا يمكن أن نثر على اجابة على هذا التساؤل في البناء المنطقي الموجود داخل العقل الانساني ، بما في ذلك العقل « البدائي المجهي » . وقد استشهد ليفي ستروس بأسطورة أوديب وبعض اساطير

هوند أمريكا الشمالية فشرحا على أساس مجموعات أو « حزم العلاقات » .

ويقارن **ريتشارد دورسون** R. Dorson هذين الاتجاهين الأساسيين في التحليل البنائي لأنواع الأدبية الشعبية فيقول : « نلاحظ أن نسق ليفي شتروس يعتمد على تصنيف وترتيب الملامح القصصية في الاسطورة على نحو معين بحيث تكشف عن البناء الكامن وراء تلك الملامح ، بينما يتبع نسق بروب خط القصة نفسه . وتمثل هاتان النظريتان أبرز أنواع التحليل البنائي ، اللتان يقترح دندس أن نطلق عليهما مصطلحي : المنهج النموذجي Paradigmatic ، والمنهج التركيبى Synatagmatic ( اشتقاقا من مصطلح Syntax أي بناء الجملة ، وهو ترتيب كلمات الجملة في أشكالها وعلاقاتها الصحيحة ) . وذلك على أساس أن ليفي شتروس يسعى الى التوصل الى المثال أو النموذج Paradigm ، أو الاطار التصوري الكامن وراء الاسطورة ، على حين يضع بروب بناء الحكاية ( أو ترتيب اجزائها في اشكالها وعلاقاتها الصحيحة ) في المحل الاول من اعتباره . وتسمى هذه الاساليب البنائية وغيرها الى تخفيض الأنواع الفولكلورية الى نماذج وصيغ عامة .

وكما أشرنا في البداية فإن **ادموند ليتش** يقدم لنا في الكتاب الذي نعرض له هنا محاولة لتطبيق النظرية البنائية الثانية ( ليفي ستروس ) على بعض قصص الكتاب المقدس .

### المؤلف والكتاب :

مؤلف هذا الكتاب **ادموند ليتش** Edmund Leach واحد من المع علماء الأنثروبولوجيا البريطانيين المعاصرين ، ولد في

(٢) Morphology of the Folktales

(٣) The Morphology of North American Indian Folktales.

(٤) The Structural Study of Myth, in Journal of American Folklore, LXVIII (1955), 428-444.

ويحمل هذا الكتاب عنوانا له اسم أحد المقالات الثلاث التي تمثل كل محتوياته، وإعني هنا المقال الأول: « سفر التكوين كاسطوره » .

وقد سبق للمؤلف أن نشر هذه المقالات في أماكن متفرقة ، فنشر المقال الأول « سفر التكوين كاسطوره » لأول مرة في مجلة « ديسكفري » Discovery ( التي اندمجت الآن في ساينس جورنال ) Science Journal المجلد الثالث والعشرين ، مايو ١٩٦٢ . أما المقال الثاني المعنون « حقيقة سليمان » فقد نشر لأول مرة في « المجلة الأوروبية لعلم الاجتماع » ، المجلد السابع ، عام ١٩٦٦ ، من صفحة ٥٨ الى صفحة ١٠١ . ونشر المقال الثالث وعنوانه « الولاية العذرية » في أعمال المعهد الأثروبولوجي الملكي لبريطانيا العظمى وايرلنده « عام ١٩٦٦ .

ويقع الكتاب في نحو مائة وعشرين صفحة من القطع الصغير ، يشغل المقال الأول فيه المساحة من صفحة ٧ الى صفحة ٢٣ ، والمقال الثاني من ص ٢٥ الى ٨٢ والثالث من ص ٨٥ - ١١٢ . أما بقية صفحات الكتاب فقد خصصها المؤلف للحواشي والمراجع ، وبعض القراءات المقترحة .

على أننا لا نرى في المقال الأول ما يميزه عن سائر المقالات بحيث يستحوذ على عنوان الكتاب ، اللهم أنه أقدمها جميعا وأسبغها الى النشر . أما فيما عدا هذا فواضح أن عنوان هذا المقال هو أكثرها جميعا طرافة وجذبا للقارئ ، ولا بد أن يكون وقع الاسم على أذن القارئ قد لعب دورا - على الأقل لدى الناشر - في تفضيله اسما للكتاب كله .

أما المقال الرئيسي في الواقع بين هذه المقالات الثلاث فهو المقال الثاني . لأنه من الناحية الشكلية البحتة يشغل أكثر من مساحة المقالين الآخرين مجتمعين ، وهو من الناحية الموضوعية

بريطانيا عام ١٩١٠ ، ودرس الرياضيات والعلوم الميكانيكية في جامعة كيمبردج، وحصل على درجة الليسانس في الآداب من تلك الجامعة عام ١٩٢٢ . والتحق بخدمة الحكومة بعد تخرجه من الجامعة ، حيث استغل عدة سنوات في الصين ، عاد بعدها الى إنجلترا ، حيث شرع في دراسة الانثروبولوجيا الاجتماعية على كل من **مالينوفسكي** و **ريبنود فيرث** . واستعد في إطار دراسته هذه للقيام برحلة علمية الى كردستان في عام ١٩٢٨ ولكنها أخفقت بسبب الظروف الدولية آنذاك التي سبقت اندلاع الحرب العالمية الثانية . وقد كانت نفس تلك الظروف سبباً في فشل تربيته للقيام برحلة علمية جديدة طويلة الى بورما في عام ١٩٢٩ . ثم قدر له أن يجوب معظم الاجزاء الشمالية من بورما في الفترة من خريف ١٩٣٩ حتى صيف ١٩٤٥ بوصفه ضابطاً في جيش بورما . وبعد أن وضعت الحرب العالمية أوزارها عاد الى بريطانيا حيث حصل على درجة الدكتوراه في عام ١٩٤٧/١٩٤٨ . وقام في أعقاب ذلك بإجراء مسح في ساراواك (هـ) . ثم عين عضواً بهيئة التدريس بمدرسة الاقتصاد والعلوم السياسية التابعة لجامعة لندن . وتخلّى عن وظيفة أستاذ مساعد بهذه المدرسة في عام ١٩٥٣ ، لكن يعود مدرسا بجامعة كيمبردج ، وهي الوظيفة التي شغلها من تلك السنة وحتى عام ١٩٥٨ ، حيث رقى بعدها الى وظيفة أستاذ مساعد بتلك الجامعة . وفي عام ١٩٦٦ خلف **اللورد آنان** Annan كمعيد لكلية كينج « بجامعة كيمبردج ، حتى كانت محاضرات **ريث** Reith Lectures التي القاها عام ١٩٦٧ مناسبة سلطت عليه الاضواء ولفتت اليه انظار الجميع . ولكنه ظل مع ذلك على حرصه على متابعة بحوثه ونشاطه العلمي كواحد من أبرز علماء الانثروبولوجيا الاجتماعية في بلاده .

( هـ ) ساراواك Sarawak : إحدى اجزاء دولة ماليزيا ، تقع على الساحل الشمالي الغربي لجزيرة بورنيو ، يناهز عدد سكانها ثلاثة ارباع المليون ( من الملايين والصينيين أساسا ) وعاصمتها كوتشينج .

ويوجد هذا النمط العام في بناء كل أسطورة أو نسق أسطوري معين . إذ تبدأ الأسطورة بتميز أولا بين الآلهة والبشر ، ثم تهتم بعد ذلك بالعلاقات والصلات التي تربط بين البشر والآلهة . ويشير المؤلف الى أن هذه الجوانب موجودة ضمنا في التعريف المبني الذي قدمه .

كذلك الشأن بالنسبة للعلاقات بين الجنسين ( الذكور والاناث ) . فلدَى كل مجتمع بترى قواعد معروفة فيما يتعلق بالزنا بالمحارم والزواج من الخارج . وعلى الرغم من أن تلك القواعد تختلف في مجتمع بشري لاجتماع آخر فانها تعنى دائما - في أي زمان أو مكان - أن جميع الاناث تنقسم بالنسبة لآي ذكر الى فئتين اثنتين على الأقل : نساء **منا** تكون العلاقات الجنسية مهين عبارة من زنا ، ونساء **لسن منا** ، يباح الانصال الجنسي بهن ، ولكننا سرعان ما ندخل في تناقض مرة أخرى . إذ كيف كان الوضع في بداية الخليقة ؟ فإذا كان آباؤنا الأوائل أشخاصا ينتمون الى نوعين مختلفين ، فماذا كان ذلك النوع الآخر ؟ ولكن اذا كانوا جميعا من نوعنا نحن ، فلا بد أن العلاقات بينهم كانت عبارة من زنا بالمحارم ، ومن ثم فنحن كلنا أبناء خطيئة . وتقدم اساطير شعوب العالم حلولاً مختلفة ومتعددة لهذه المعضلة الفكرية الطفولية . ولكن الاهتمام الذي تحظى به يدل على أنها تنطوي في حقيقة الأمر على أعمق المشكلات الخلقية التي تهم الانسان . ولكن المعضلة تظل هي هي كما كانت من قبل . فاذا كان منطق تفكيرنا يقودنا الى تمييز « **النحن** » عن « **الآخرين** » ، فكيف يمكننا أن نعتبر الهوة ونخلق علاقات اجتماعية وجنسية مع « هؤلاء الآخرين » دون أن نصحى بمغايهمنا أو نختلف معها ؟

وهكذا نجد أن هذا الجانب من جوانب الأسطورة يظل مائلا وملحا رغم اختلاف البيانات وتعدد المذاهب . إذ لا زلنا نجد في كل نسق أسطوري سلسلة ثابتة من المقابلات الثنائية ، كالمقابلة بين ما هو بشري وما هو فوق بشري ، وبين الغايي والباقي ، وبين الذكر

أخصيها جميعا . كما انه أكثر دلالة على فكر المؤلف وإفصاحا عن موقفه العام ، وذلك من خلال القضايا المنهجية والعامات التي يشرها فيه . وسنعرض فيما يلي لتلك المقالات بشيء من التفصيل .

### أ - قصة خلق الكون :

يمثل تحليل التركيب الثنائي للأسطورة أحد الانجازات الرئيسية التي تدبر بها دراسة الاساطير لاسهامات ذلك الفرع الثاني المشار اليه من الاتجاه البنائي . وهو الاتجاه الذي ارتبط باسم **رومان جاكوبسون** ، ثم باسم **كلود ليفي ستروس** .

يوضح ليثش في البداية ان التناقضات الثنائية سمة جوهرية من سمات عملية التفكير الانساني . فالشيء حي أو غير حي ، ولا يستطيع الانسان ان يصوغ تعبيراً يوضح مفهوم الشيء « **الحي** » الا من خلال الاشارة الى نقيضه وهو الشيء « **الميت** » . كذلك البشر اما ذكور أو غير ذكور . وافراد الجنس الآخر اما يمكن الاتصال بهم جنسيا أو لا يمكن . وتلك هي بوجه عام أكثر أنواع المقابلة أهمية في التجربة الانسانية بأكملها .

وتهتم الادبيات في كل مكان بالنوع الاول من المقابلة ، واعنى المقابلة بين الحياة والموت . فالدين يحاول - في رأى المؤلف - أن ينكر الرابطة الثنائية بين الكلمتين . وهو يفعل ذلك من خلال خلق الفكرة الفييقية عن « **العالم الآخر** » ، وهو : ارض الموتى التي توجد فيها الحياة الأبدية . ونلاحظ ان الصفات التي تضاف على ذلك العالم الآخر هي بالضرورة تلك التي لا تنطبق على عالمنا هذا : فالنقص والقصور في هذا العالم يقابله الكمال في العالم الآخر من كل وجه من الوجوه . الا أن هذا الترتيب المنطقي للأفكار تترتب عليه نتيجة غير منسجمة معه في الواقع ، إذ ينتمى الله الى ذلك العالم الآخر . ومن ثم تصبح « **المشكلة** » المحورية في الدين هي محاولة خلق نوع من الصلة بين الانسان والله .

**العامة ، ينتقل الى استعراض ثلاث قصص من سفر التكوين في الكتاب المقدس هي : قصة خلق العالم في ستة ايام . وقصة جنة عدن ، واخيرا قصة قابيل وهابيل . وهو يتبع نفس اسلوب التحليل البنائي للقصص الثلاث ، بحيث ان استعراض احدها يكتفى لاعطاء فكرة كافية عن الكل . وفيما يلي تحليله لقصة خاق العالم .**

**اليوم الأول :** تمييز السماء عن الارض ، والنور عن الظلام ، والنهار عن الليل ، والمساء عن الصباح .

**اليوم الثاني :** الماء ( الخصب ) في السماء ( أى المطر ) ، والماء العقيم في الارض ( أى مياه البحر ) ، تتوسط بينهما السماء .

**اليوم الثالث :** البحر في مقابل اليابسة . تتوسط بينهما « العشائش الخضراء » ، وبدور الأعشاب ( نباتات الحبوب : القمح والشعير والذرة والأرز ) ، وأشجار الفاكهة . وهذه النباتات جميعا تنمو على الأرض اليابسة ولكنها تحتاج لنموها الى الماء . وهى تصنف كأشياء « تحمل بدورها في داخلها » ، ومن ثم تختلف عن الأشياء الأخرى التى تتولد عن امتزاج جنسين كالحوانات والطيور . الخ . وبذلك اكتمل خلق العالم ككيان ثابت ( أى ميت ) ، وتقابل مرحلة الخلق هذه خلق الأشياء المتحركة ( أى الحية ) .

**اليوم الرابع :** وضع كل من الشمس والقمر المتحركين في السماء الثابتة الساكنة . وأصبح كل من النور والظلام بمثابة بدلين ( كما أن الحياة والموت أصبحا بدلين ) .

**اليوم الخامس :** خلق السمك والطيور كأشياء حية تقابل تعارض البحر واليابسة السابق الإشارة اليه ، ولكنهما يمثلان في نفس الوقت عوامل وسيطة بين السماء والأرض من ناحية وبين الماء المالح والماء العذب من ناحية أخرى .

**اليوم السادس :** خلق الماشية ( الحيوانات

والإنس ، وبين المشروع وغير المشروع ، وبين الخير والشر . . . . . الخ يجمعها دائما نوع من « الوساطة » بين كل من هذين النوعين المتقابلين .

ونتم تلك « الوساطة » Mediation دائما عن طريق ادخال نوع ثالث « غير سوى » أو « شاذ » في ضوء المفاهيم العقلية العادية . وهكذا نجد الأساطير مليئة بكائنات خرافية عبارة عن وحوش خرافية ، وآلهة متجسدة ، وأمهات عذارى . . . . الخ . فهذا النوع الثالث غير قياسى أو شاذ بالقياس الى تلك المفاهيم النمطية ، وهو كذلك من طبيعة مختلفة ، وهو اخيرا شيء مقدس . وهو دائما البؤرة التى ندور حولها كل الحرامات Taboo وكل الأوامر والنواهي الشعائرية .

ويشير ليتش الى تطبيقات لهذه الافكار في دراسة أساطير شعوب معينة مما أنجزه الباحثون البنائيون . ويشير على وجه الخصوص الى أساطير شعب البويبلو Pueblo الهندي الأحمر التى تركز على المقابلة بين الحياة والموت . فنجد في هذه الأساطير تقسيما للعالم الى ثلاثة أنواع : الزراعة ( وتعنى الحياة ) ، والحرب ( وتعنى الموت ) ، والصيد ( وهو نوع وسيط بين النوعين حيث أنه يعنى حياة للبشر ، ولكنه يعنى موتا للحيوانات التى يجرى صيدها ) . ويشير الى أساطير أخرى من نفس المجموعة تحدد تقسيما ثلاثيا مختلفا عن هذا : الحيوانات آكلة العشائش ( أى تلك التى تعيش بدون قتل ) ، والضواري ( التى تعيش من خلال قتل حيوانات أخرى ) ، والمخلوقات آكلة الجيفة ( وهى نوع وسيط بين النوعين طالما أنها تأكل اللحم ، ولكنها لا تقتل لكي تأكل ) . ويقرر المؤلف أنه يهدف من وراء حشد كل هذه الرموز الى أن يوضح أن الحياة والموت ليسا بالتحديد وجهي عملة واحدة ، فليس الموت هو بالضرورة المرحلة التى تعقب الحياة . ( صفحات ٩ - ١٢ من الكتاب ) .

**بعد أن فرغ المؤلف من مناقشة تلك القضية**

التكرار ، والقلب ( أو العكس ) والتنوعات يمكن أن تدعم « رسالة » واحدة متمسكة . ويقول من ذلك : « اننى لا اعنى أن ذلك هو النمط البنائى الوحيد الذى تنطوى عليه تلك الأساطير » . ( ص ٢٢ من الكتاب ) .

ويستطرد المؤلف قائلا : « على أن طرافة التحليل الذى قدمته لا يمكن فى الحقائق وانما فى عملية التحليل نفسها . فبدلا من النظر الى كل اسطورة كتنىء قائم بنفسه له « معناه » الخاص به ، يفترض - منذ البدايه - أن كل اسطورة تمثل جزءا من كيان مركب وان أى نمط يظهر فى اسطورة معينه سوف يتكرر ، سواء بنفس الصورة او فى صورة تنويه عليه ، فى اجزاء أخرى من هذا الكيان المركب . ومن ثم يتضح البناء المشترك بين جميع التنويعات عند مطابقة عدة روايات مختلفة ببعضها » .



#### ب - حقيقه سليمان :

يسمى المؤلف فى هذا الفصل الثانى الى التحقق من حقيقة التناقض فى بيانات العهد القديم من أصل سليمان . فبدأ أولا بتفجير وجود هذا التناقض ، ثم يحاول أن يقدم تفسيراً لوظيفة هذا التناقض ودلالته . ومن خلال محاولة تفسير هذا التناقض ، يفنعا بأن النظر الى العهد القديم كاسطورة كفىل بأن يفسر هذا التناقض ويجعل له دلالة . ثم ينتقل أخيراً الى التركيز على نقطتين بالدات فى دراسة هذا التناقض .

ففيما يتعلق بالتناقض فى بيانات العهد القديم حول أصل سليمان ، يلاحظ ليتش أن التوراة - من ناحية - تحرم الزواج بين اليهود وغير اليهود ، وخاصة سفر نحما ، تحريماً قاطعاً . ولكننا نجد - من ناحية أخرى - فى سلسلة نسب سليمان أن داود من أصل نصف موآبى ( أى غير إسرائيلى ) . فهناك إذن نوع من التناقض فى هذا .

الليفة ) ، والضواري ، (الحيوانات المتوحشة) ، والزواحف . وتقابل هذه الأشياء الثلاثة التقسيم الثلاثى الذى سبقت الإشارة إليه فى اليوم الثالث . إلا أن الحشائش هى فقط المخصصة لأطعام الحيوانات . أما كل شيء آخر ، بما فى ذلك لحوم الحيوانات ، فمخصص لاستخدام الانسان . ثم جاء فيما بعد فى سفر اللاويين ( الاصحاح الحادى عشر ) أن المخلوقات التى لا تندرج تحت هذا التقسيم الصارم للعالم - من هذا مثلاً الاحياء المائية الى لا زعانف لها ، والحيوانات والطيور التى تأكل اللحوم أو الاسماك ... الخ - هذه المخلوقات تصنف كأشياء « مكروهة » . والزواحف والأشياء الزاحفة تعتبر شاذة بالنظر الى الأنواع الرئيسية : الطيور ، والأسماك ، والماشية ، والضواري ، ومن ثم تعتبر مكروهة منذ البداية . ( انظر سفر اللاويين ، الاصحاح الحادى عشر ، الآيات ٤١ - ٤٢ ) . ثم يؤدى هذا التصنيف بدوره الى تناقض شاذ . ومن ثم كان على مؤلف سفر اللاويين الاصحاح الحادى عشر لكى يمكن الاسرائيليين من أكل الجراد أن يورد شرطاً خاصاً لتحريم أكل الأشياء الزاحفة فتقول الآية الحادية والعشرون من الاصحاح الحادى عشر ( لاويين ) : « الا هذا تأكلونه من جميع ديبب الطير الماشى على أربع . ما له كزعانه فوق رجليه يثب بهما على الأرض » . ويعلق ليتش على هذا النص بأن عمليات التمييز الثنائى لا يمكن أن تسير الى مدى أبعد من هذا .

وقد تم خلق الرجل والمرأة فى نفس الوقت .

وقد اوحى الى نظام المخلوقات كله أن يكون « مشعراً وبتكار » ، ولكن مشكلات الحياة فى مقابل الموت ، والزنا فى مقابل التكاثر السليم لم تمس هنا على الاطلاق .

والملاحظ على اتجاه ليتش الاساسى فى معالجة هذا الموضوع انه قد ركز على مسألة القواعد المنظمة للسلوك الجنسى ، والخروج عليها لكى يوضح كيف أن عدداً متنوعاً من صور

أم أغراب ؟ الواقع أن النص يراوغ في هذه النقطة ولا يقدم إجابة محددة . وأن كنا نلاحظ أن نصوص العهد القديم تضع - ضمنا - إبناء المملكة الشمالية في وضع أدنى ، بل وتعاملهم في بعض الأحيان ككفار كلية . ( انظر تعبيراً واضحاً عن هذا الموقف في قصة أهاب Ahab ملك إسرائيل ) .

ومع ذلك فإن البيتين المكيين يتصاهران دائماً ، ويعامل النص تلك الزيجات كزيجات شرعية مما يعني - في هذا السياق بالذات - أن الشماليين هم في النهاية إسرائيليون وإبناء نفس الدين ! فهل يمكن إذن أن نعتبر المملكة الشمالية كياناً شرعياً ؟ ولكن التسليم بامر كهذا ينطوي على تناقض مع ضرورة وحدة البيت المالك الإسرائيلي في أبناء يهوذا ، والأصل الواحد لسليمان للقدس . فوجود مملكتين يمثل إذن نوعاً من التناقض في ذاته .

ويخلص المؤلف من استعراض عشرات التفاصيل - التي لن يتسع المجال لاستعراضها - إلى أننا لو وضعنا تفاصيل النص بجوار بعضها لوجدناه متناقضاً أشد التناقض .

**ولا نجد أماناً سوى « تاريخاً » مليئاً بأحداث عشوائية لها بناء « الأسطورة » . وما تريد أن تقولوه الأسطورة ليس هو بالتحديد ما يريد محرروها التعبير عنه و« أين » . وإنما هي تعبر عن أشياء كامنة وأصلية في الثقافة اليهودية التقليدية ككل . ( ص ٥٢ من الكتاب ) .**

**وهنا نتضح لنا فائدة هذه النظرة إلى نصوص العهد القديم ، فالأسطورة - كما أشار ليفي ستروس من قبل - تحاول أن تضع حلاً لأشياء يستحيل حلها في الواقع ، وأن توقف بين متناقضات لا يمكن نفي الطريق الأسطوري التوفيق بينها . وهذا التوفيق أو الحل الوسط خاص بوضع اليهود في المجتمع . فهم يرغبون في السيطرة على مجتمعهم فيه أقلية . ومع كونهم أقلية فهم لا يريدون الامتزاج في هذا**

**وهنا يميز ليتش بين نوعين من التناقض : تناقض بنائي ( وهو عبارة عن تضارب في المضمون في أمور جوهرية عظيمة التماسك ) وتناقض في المضمون ( وهو عبارة عن عدم اتساق في التفاصيل القليلة الشأن الواردة في نسج القصة ) والنوع الثاني من التناقض هو الأكثر انتشاراً . وهو يرجع في الغالبية العظمى من الحالات إلى تعليقات وتفسيرات محرفة من جانب محرري النص التي يفهمونها على النص بهدف القضاء على تناقضات تبدو أخطر وزناً وأعظم شأناً . ونجد أن الانحراف الكامل لمثل هذا التضارب هو الذي يجعل هذه النصوص « التاريخية » مادة صالحة للتحليل البنائي . إذ أنه في ظل مثل هذه الظروف لا يصبح البناء الأساسي للقصة بعد تحت السيطرة الواعية لمحرري النص ، ومن ثم يتميز بطابع خاص مميز . وعند هذا الحد لا تصبح القصة مجرد تنابع في الأحداث ، وإنما تتحول إلى دراما حية حقيقية .**

وإذا تأملنا الواقع العملي كما ننقله هنا نصوص العهد القديم وجدناه لا يفرق تفريقاً قاطعاً واضحاً وجازماً بين القريب والقريب ، أو بين الإسرائيلي وغير الإسرائيلي . ويقدم ليتش خريطة عامة لتوزيع الغبائل في أرض فلسطين يخلص من تحليلها إلى أن التمييز بين الإسرائيليين والأغراب ليس تمييزاً محدداً أسود وأبيض ، وإنما توجد بين الإسرائيليين « الحقيقيين » والغريب « الكافر » سلسلة طويلة من الظلال ومن القرابة المتدرجة. وهنا يتساءل المؤلف كيف يمكن في ظل مثل هذه الظروف الالتزام بقواعد الزواج من الداخل ؟

ثم يتعقب المؤلف التناقض في صورة أخرى، إذ يخبرنا « التاريخ » أنه كانت هناك مملكتان إسرائيليتان : مملكة إسرائيلية في الجنوب ( مملكة يهوذا ) ومملكة ثانية في الشمال ( مملكة إسرائيل ) . فكيف يتسنى تقبل هذه الحقيقة والعهد القديم يؤكد أن إبناء إسرائيل يجب أن يكونوا شعباً واحداً وليس شعبين منفصلين ؟ هل أبناء المملكة الشمالية إسرائيليون حقيقيون

### البحر الخصم ، والا فقدوا وحدتهم وهويتهم التي هي مصدر قوتهم .

ويستعين المؤلف في توضيح هذا التناقض الأساسي باستعراض بنائي لمخطط العلاقة الزوجية في قصص العهد القديم على النحو التالي :-

١ - تحريم الزنا بالمحارم وارتباطه بقاعدة الزواج من الخارج ، كأساس لتكوين اتحادات زوجية بين جماعات متعارضة داخل مجتمع سياسي واحد .

٢ - قاعدة الزواج من الداخل كأساس للحفاظ على وحدة الجماعة الدينية . ونلاحظ هنا التناقض بين هذه القاعدة ومبدأ تحريم الزنا بالمحارم ، أو بين الزواج من الداخل والتسليم بأن المجتمع يتكون من جماعات متعارضة متعادية يؤلف الزواج بينها .

٣ - يميز محررو العهد القديم طبقاً لهذا بين الشعب الاسرائيلي وبين غير الاسرائيليين . ولكننا نجد هنا - كما نجد في الطبيعة - فئات وسيطة لا هي اسرائيلية تماماً ، ولا هي غريبة كلية : كابناء رازيل وبيت يوسف ، وقبيلة بنيامين .... الخ .

ويحاول المؤلف أن يبين الطريقة التي استطاع بها سليمان أن يكتسب حقه هذا . فيستعرض السبل المختلفة لاكتساب الشرعية أو حق السيادة على شيء معين ، كالشراء والوراثة . ويخلص الى ان الوراثة هي السبيل الوحيد المشروع مشروعية كاملة . وفي ضوء هذه النقطة فإن معرفة سلاسل النسب تصبح ذات أهمية فائقة وحاسمة . ولذا ينتج المؤلف سلسلة نسب سليمان كما جاءت في الانجيل ( سفر متى وسفر لوقا ) وهي تعد أربعة عشر جيلاً بين ابراهيم وسليمان . ولم يرد في هذه القائمة كجدات لسليمان سوى أربع تدور قصصهن حول محور واحد يتركز حول التساؤل عما اذا كان من الممكن لاسرائيلي « نقي » أن ينجب أبناء شرعيين من امرأة غير

اسرائيلية ، او العكس عما اذا كان من الممكن لامرأة اسرائيلية ان تحمل بطفل اسرائيلي بعد معاشرة رجل ليس باسرائيلي نقي . والاجابة على السؤالين بالمعنى المحدود هي النفي بالطبع . الا ان القصص القانونية كذلك المتضمنة في الزواج اللبعراني ( أى زواج ارملة المتوفى بشقيق زوجها ) أو في المبدأ الغائل بأن « ابن البغي لا أب له » تجعل المسألة أقل تحديداً ووضوحاً وأصعب على التحليل القاطع النهائي .

فاذا تساءلنا عن السبب في ادراج مثل هؤلاء النسوة « المشبوهات » في سلسلة نسب الملك سليمان ، لوجدنا ان الاجابة بالقطع تصبح عديمة المعنى خالية من كل دلالة في ضوء الظروف السياسية التي سادت أرض فلسطين بعد ذلك ككيان متميز عن اليهود كجماعة دينية . ولكن اذا اخذنا تلك القصص بمعناها الواسع لوجدناها تتيح القول بأن الملك سليمان ليس فقط سليل بيت يعقوب ( اسرائيل ) ، وإنما هو بنفس القدر سليل بيت « عيساو » Esau و « أدوميت » Edomite ، بل « هيت » الكنعاني . معنى هذا أنه الورث الشرعي للملك كل تلك الاراضي والممالك .

وإذا كان هذا التفسير يمثل نوعاً من المراوغة والتناقض ، فإن هذا بالتحديد هو ذلك النوع من المراوغات والتحليلات التي ينطوي عليها « التاريخ الاسطوري » ، وذلك ان صحت تفسيرات ليفي ستروس للاسطورة بوجه عام . كما ان تلك القصص توضح نقطة أخرى أكثر عمومية ، « وهي ان الانتم في الاساطير سمة ذات معنى مزدوج اشد الازدواج تقرب بها من التقوى والورع . فقايل - الذي ذبح اخاه هابيل - قد أصبح لذلك شخصاً مقدساً يتمتع بحماية الله وعنايته . كذلك البغاء في الكتاب المقدس ، فمع كونه « خطاً » وإنما ، الا أنه يمثل سبيلاً يسيراً الى القداسة والورع من خلال التوبة والندم . فقد كانت



المحدثون ، اليهود والمسيحيون على السواء ، يفترضون سلفا بوجه عام ان هذه التفاصيل لم تعد ذات شأن وانها فقدت كل اهمية ودلالة . هذا بينما كان كتاب القرن التاسع عشر ، باحترامهم الزائد لدقة « الحقيقة الانجيلية » التي لا فساد فيها ، يرون انه من الضروري تفسير سلاسل النسب هذه عن طريق افتراض وجود ذاكرة شعبية تمى الحركات القبلية القديمة . اما بالنسبة لعالم الانثروبولوجيا فان تفاصيل النسب تنطوى على اهمية فائقة . فهو يسلم بان تفاصيل علاقات القرابة وروابط المصاهرة « لا تذكر » الا كتبرير لتأكيد حقوق معينة . .

والحالات التي قمت بتحليلها تقدم دليلا اكيدا على صحة هذا الافتراض ، وقد اوضحت في ثنايا استعراضى تلك الحالات ان العمليات الفكرية عند مؤلفى وجامعى الكتاب المقدس تختلف عن عملياتنا الفكرية على نحو خاص ، وتدو لى تلك النقطة ذات دلالات كبرى لفهم التاريخ القديم .

**ثالثا :** ان هذا النوع من التحليل يستند الى فرض اولى مؤداه ان النص في مجموعه يجب ان يعالج كوحدة وكيان كلى مترابط . ويتعارض هذا الموقف تعارضا حادا مع منهج الدارسين التقليديين المتزمتين . فاذا صادف هؤلاء الدارسون تكرارا صريحا ، او عدم اتساق... الخ فانهم يعتبرونه دليلا على فساد النص . وهنا يرى ان مهمته تتمثل في استخلاص الحقيقة من الزيف ، وفي تمييز الرواية القديمة عن رواية اخرى قديمة وهكذا . فالنص في نظر الدارس التقليدى ليس وحدة وكيانا كليا وانما خليط من الوثائق التي يمكن فصل بعضها عن بعض . ولم اسع في معالجتى اطلاقا الى تحدى هذه القضية ... ولكنى حاولت ان ادرس النص كوحدة . . ولو تنازلنا النص كوحدة مترابطة فسوف يخفى التمييز العادى بين الاسطورة والتاريخ . فالشرايح التاريخية في العهد القديم تكون تاريخا اسطوريا متكاملا كان بمثابة تبرير لحالة المجتمع اليهودى

تامار ، وراهاب ، وروث جميعا بغايا على نحو ما ، ولكنهن مثل مريم الجدلية قديسات . كذلك فالعكس يمكن ان يكون صحيحا ايضا . فالحماس الزائد في أداء الواجبات الشعائرية يمكن ان يتحول الى النقيض في بعض الاحيان ، ويجعل من مؤدى تلك الشعائر أثما ومخطئا . ولعلنا لو تأملنا شروء ساؤل عن كتب لوجدناها شديدة الشبه - بشكل غريب - بفصائل داود . ( بصفتى ٦٤ - ٦٥ من الكتاب ) .

وبعد ان يفرغ المؤلف من مناقشة الدلالة البنائية لسلسلة نسب سليمان ينتقل الى استعراض النظام البنائى الكامن في التسلسل الزمني لاحداث قصة سليمان كما وردت في الكتاب المقدس . وهو ينتهج في هذا العرض اسلوب الكشف عن البناء الثنائى للقصة ، وما بين هذين العنصرين النقيضين من عنصر نالك وسيط . « ففى الاصحاح التاسع والعشرين من سفر صمويل الاول نجد المقابلة بين « ساؤل » ( من بيت بنيامين ) وداود ( من بيت يهوذا ) ومن ثم المقابلة بين الاسرائيلى والاجنبى . ثم نجد داود ( اى بيت يهوذا ) يتحالف مع الاجانب » وهكذا . ( قارن صفحة ٧ وما بعدها ) . ولن يتسع المقام بالطبع لاستعراض بقية نتائج هذا التحليل .

وفي نهاية هذا الفصل يقدم المؤلف تلخيصا بارعا لنتائج دراسته المستفيضة عن حقيقة سليمان ، ويعدد تلك النتائج على النحو التالى:

« **اولا :** يوضح التحليل ان نتابع التاريخى - في هذه الحالة - له في ذاته دلالة بنائية . وهو امر يميز تلك الحالة بالذات عن سائر المواد التي تعرضنا لها بالدراسة في هذا المقال .

**ثانيا :** ان التحليل قد استفاد استفادة كبرى من التفاصيل المتعلقة بتسلسل النسب وبالأسماء الجغرافية التي وردت في النص بكثرة . والواقع ان اتجاهات التفسير تتباين حول دلالة هذه الامور . فعلماء اللاهوت

لعل القيمة الحقيقية للكتاب الذى بين ايدينا لاتتمثل فيما قدمه من دراسات لمشكلات محددة مشخصة ( على اهميتها الكبرى وطرافتها كما اوضحنا ) بقدر ما تتمثل فيما اثاره من قضايا ذات طبيعة منهجية او ذات طبيعة عامة . فقد اكد بوضوح البناء الثنائى للاسطورة . وناقش بافاضة منهجه فى التحليل البنائى وما يرتبط به من مشكلات تعدد النصوص ، وصيغه المعتمدة وهى مشكلة ذات وزن خطير لكل من يتصدى لدراسة الادب الشعبى بانواعه جميعا . وتعرض كذلك للفرق الجوهرى والهام بين اسلوب المقارنة على اساس المضمون ، والمقارنة على اساس البناء ، ودلالة ذلك بالنسبة للتحليل البنائى الذى يقدمه او قيمة هذا التمييز انه بغير نظرة الباحث تغييرا اساسيا الى تفاصيل الاسطورة او الاساطير موضوع الدراسة ، والى تباين تلك التفاصيل من رواية لآخرى .

وعلاوة على تلك المشكلات الهامة اثار المؤلف بعض مشكلات تطبيق المنهج البنائى عند ليفى ستروس ، وعلاقة ذلك بتحليلاته التى يقدمها ، ونوع المادة التى اختارها لهذا التحليل ، كذلك تعرض لمشكلة تنوع وتكرر روايات الاسطورة الواحدة ، حاول ان يقدم جهدا اصيلا فى تحديد فوائد منهج التحليل البنائى وقيمتها العلمية التى تبرر ما يبذل فيه من جهود .

وخاتما فنحن بصدد دراسة عظيمة تستمد عظمتها من دقة تحليلاتها واجادتها دراسة موضوعها المحدد الذى تناولنا به دراسته لموضوعه المنهجى . وقد حاولنا فى عرضنا ان نصف المؤلف بان تناولنا فى عرضنا الاسهامات المنهجية العامة التى قدمها بنفس القدر من العناية الذى تناولنا به دراسته لموضوعه المحدد ، فقد اسدى ادوموند ليتش بكتابه هذا خدمة جليلة للاتجاه البنائى ، وللدراسات الانثروبولوجية بعامة ، ولدراسة اساطير الكتاب المقدس فى ضوء جديد . ونرجو ان يكون هذا العرض دعوة للقارئ العربى ليزداد اهتماما بهذا النهج الجديد فى الدراسة ليكون اكثر قدرة على ملاحقة تقدم العلم الانسانى فى العالم .

فى وقت معين عندما وصل ذلك الجزء من نص الكتاب المقدس الى مستوى من الاستقرار التقريبى كثرية دينية » . ( صفحات ٧٩ وما بعدها ) .



### ج - الولادة العذرية :

يبدأ ليتش مقاله الثالث المعنون « الولادة العذرية » Virgin Birth بتوضيح المناسبة التى دفعته الى بحث هذا الموضوع . وهى خلاف علمى بينه وبين البروفسور سبيرو Spiro حول تفسير البيانات الانوجرافية التى تدعى ان بعض القبائل البدائية ( خاصة بعض قبائل سكان استراليا الاصليين ) يجهلون طبيعة الابوة الفسيولوجية . ومن ثم لا يرون ثمة علاقة بين المعاصرة الزوجية وحمل الام . وانما يقدمون لذلك تفسيرات مختلفة . ولكن ليتش يرى ان تلك البيانات لاتعنى انهم يجهلون العلاقة بين المعاصرة والحمل . « فالتفسير الحديث للشعائر التى وردت عنهم يعنى ان فى هذا المجتمع العلاقة بين ابن المرأة وافراد عشيرة زوجها تنشأ عن الاعتراف العام بروابط الزواج ، وليس عن حقائق المعاصرة . وهو وضع طبيعى للغاية » . ( صفحة ٨٧ ) .

ويرى ليتش ان الباحثين الذين ادلوا برأى فى تفسير جهل البدائيين للابوة الفسيولوجية قد تأثروا فى ذلك بالدراسات النظرية التطورية السابقة حول مختلف نظم الحياة .

واخيرا يتصدى المؤلف فى الجزء الباقى من المقال ، لتحليل الاعتقاد فى الولادة العذرية مستهديا فى ذلك بموقف عام حدده بوضوح : وهو ان الانثروبولوجى يهتم اساسا بالبحث عن اوجه الاختلاف بين حياته ( الراقية ) وحياة الشعوب الاخرى ( البدائية ) . ولكن ليتش نفسه يهيم من هذه المقارنة استخلاص اوجه التقارب والشمع بين حياتنا ومعتقداتنا وحياة ومعتقدات اولئك « البدائيين » .



### من الكتب الجديدة

كتب وصلت الى ادارة المجلة ، وسوف نعرض لها بالتحليل في الإصدار القادم

1. Carter, April ; *The Political of Anarchism*, Routledge & Kegan Paul London 1971.
2. Hance, William A. ; *Population, Migration, and Urbanization in Africa*, Columbia University Press 1970.
3. Karnow, Stanley ; *Mao and China, From Revolution to Revolution*, Macmillan London 1973.
4. Steegmuller, Francis ; *Cocteau, A Biography*, Macmillan 1970.
5. Wiener, R.S.P. ; *Drugs and Schoolchildren*, Longman, London 1972 (3rd Edition)







الفنان بيكاسو



← طفلة عارية القدمين - ١٨٩٥

↑ زوجه الفنان - ١٩١٨

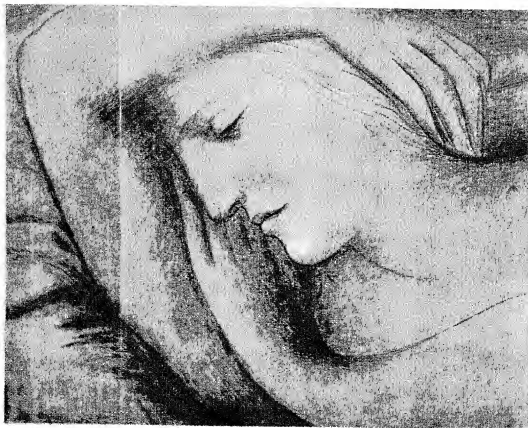




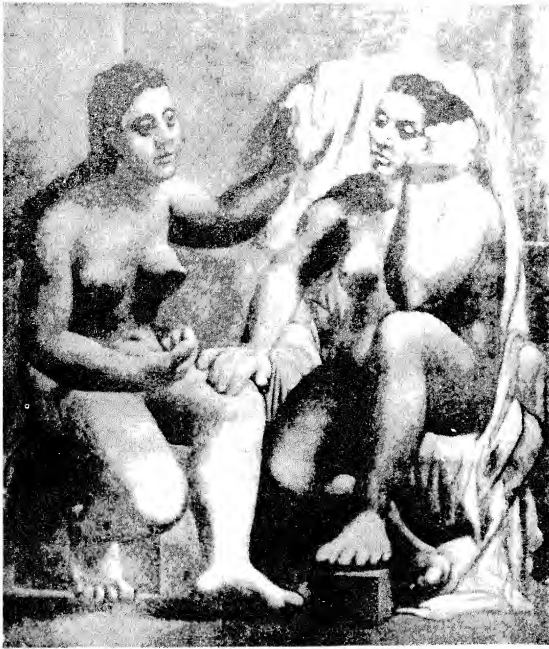
الفقراء على شاطئ البحر - ١٩٠٣



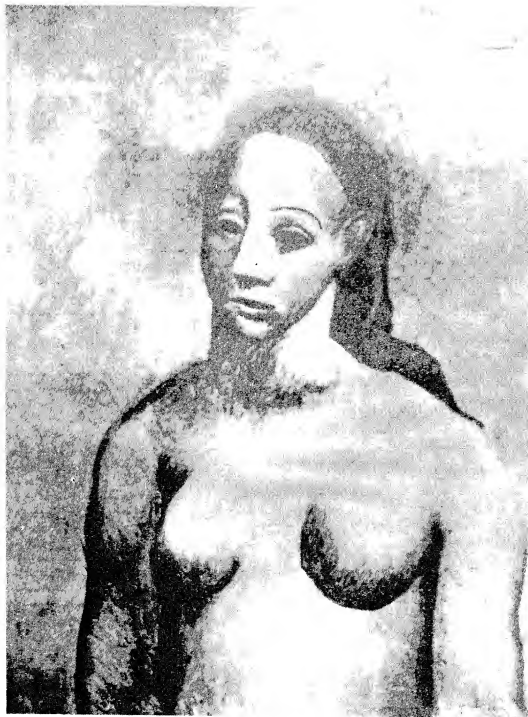
پنهان



۱۹۲۱ - *dequendo*



عاريتان وملاءة - ١٩٢٠



دراسة لامرأة - ١٩٠٦



طعام المشاء - ١٩٠١



رأس امرأة - ۱۹۰۷



الشرفة - ١٩١٩

قنينة السوز - ١٩١٣







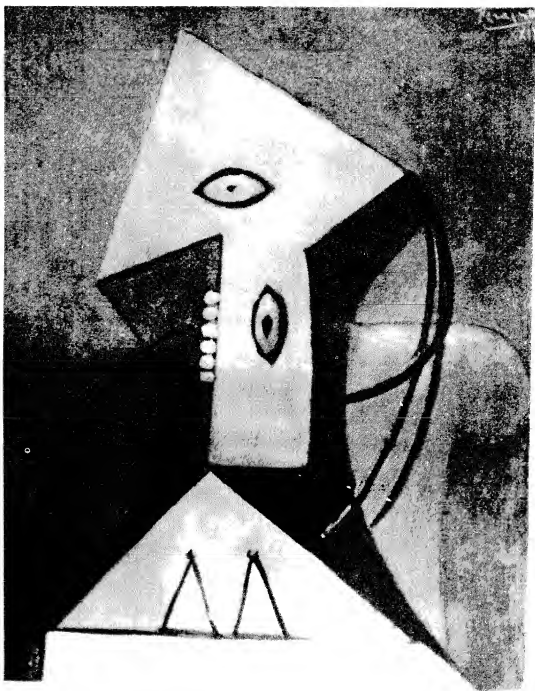
طبيعة صامتة وشال احمر - ١٩٢٤





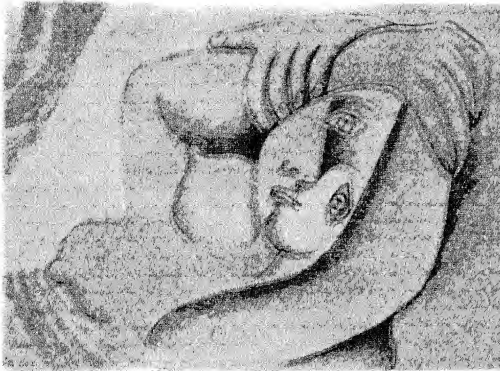
طبيعة صامتة مع اغاناب - ١٩٢٧



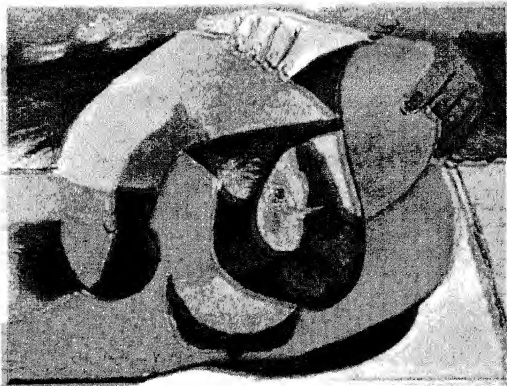


↑ امراة على مقعد احمر - ١٩٢٩

→ راس امراة - ١٩٠٧



مضطجعة - ١٩٢٩



مضطجعة - ١٩٣١

العدد التالي من المجلة

العدد الثالث - المجلد الخامس

اكتوبر - نوفمبر - ديسمبر ١٩٧٤

قسم خاص عن الانسان والجريمة  
بالاضافة الى الابواب الثابتة

الخليج العربي	٥	ريال	٣	ليرة
السعودية	٥	ريال	٢٥٠	دينار
البحرين	٤٠٠	دينار	٢٥٠	دينار
اليمن الجنوبية	٤٠٠	دينار	٣٥	قرش
اليمن الشمالية	٤٠٥	ريال	٤٠٠	دينار
العراق	٣٠٠	دينار	٥	دينار
لبنان	٢٠٥	ليرة	٥٠٠	دينار
الأردن	٢٥٠	دينار	٥	دينار
سوريا				
المتاهرة				
السودان				
ليبيا				
مستط				
الجزائر				
تونس				
المغرب				

مطبعة حكومه الكويت